

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Ústav letecké dopravy

Analýza technologického zázemí pro opravy podvozku
dopravních letounů

Analysis of Technological Base for Reparations of
Transport Aircraft's Landing Gears

Student:

Jan Trnka

Vedoucí diplomové práce:

ing. Petr Kolarczyk

Ostrava 2010

Anotace bakalářské práce:

Trnka J., Analýza technologického zázemí pro opravy podvozku dopravních letounů, Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava 2010, 71 stran, vedoucí bakalářská práce Kolarczyk, P.

Obsahem bakalářské práce je bližší seznámení s podvozkem B-737 a jeho analýza z pohledu nejčastějších závad, ke kterým je proveden popis vzniku a jejich grafické znázornění. S ohledem na oprávnění firmy CEAM se tato bakalářská práce taktéž zaměřuje na všechny nutné přípravky, nářadí a vybavení které jsou nezbytné pro opravy přistávacích zařízení B-737. Zároveň je zde pojednáno o řešení a rozvržení navrhované dílny a současně porovnání s konkurenčním prostředím ČSA. V práci je současně proveden rozbor technologických postupů, jejich rozdělení a konkrétní seznámení pro přistávací zařízení B-737. Ke konci práce je pojednáno o ekonomické návratnosti tohoto řešení a zároveň jeho celková analýza.

Annotation of bachelor's work

Trnka J., Analysis of Technological Base for Reparations of Transport Aircraft's Landing Gears, Ostrava: Institute of transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava 2010, 71 pages, bachelor's work, head: Kolarczyk, P.

My bachelor paper contains closer familiarization with landing gear B-737 and its analysis by the most frequent defects. There is description of defects and its graphic illustration. With a view to CEAM company licence this bachelor paper is also focused on all necessary tools and equipment which are required for reparation of alighting gear B-737. There is also solving and design of suggested shopfloor and its comparison with competitive environment of ČSA. In my bachelor paper you can find also analysis of technologic processes, its division and concrete familiarization for alighting gear B-737. At the end of this bachelor paper you can find information about economic return of this solution and its general analysis.

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: Jan Trnka

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 3708R028 Technologie dopravy

Specializace: 70 Technologie údržby letecké techniky

Téma: Analýza technologického zázemí pro opravy podvozku dopravních letounů
Analysis of Technological Base for Repairs of Transport Aircraft's Landing Gears

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce,
2. Popis podvozku B-737,
3. Analýza nejčastějších poruch a rozsahy oprav
4. Současný stav opravárenského zázemí podvozků na CEAM
5. Nutné přípravy pro opravy podvozků a návrh jejich rozvržení na pracovišti
6. Technologické postupy oprav podvozku
7. Závěr a ekonomické zhodnocení

Minimální rozsah BP je 30 stran textu (obrázky, tabulky, grafy a přílohy se do tohoto rozsahu nepočítají) práce musí v rámci úvodu obsahovat kapitolu se stanovením cílů práce a v závěru zhodnocení dosažených cílů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Aircraft Maintenance Manual (AMM) - B - 737, Saab 340/2000,
Aircraft Illustrated Part Catalog (AIPC) - B - 737,
Component Maintenance Manual B - 737.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Kolarczyk**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě:

.....

Podpis

Jméno: Jan Trnka

Adresa: Brníkov 109

Mšené-lázně

411 19

Seznam zkratek:

ACT	Anti Corrosion Treatment	Antikorozní kontrola
APU	auxiliary power unit	Pomocná energetická jednotka
B-737, 767, 747		
Saab 340, 2000		
Let L-410		Typy dopravních letounů
A-310, 319		
ATR - 42 ,7		
CEAM	Central Europe Aircraft	Nástupce firmy Job-air
C-check		Typ plánované prohlídky
CIC	Corrosion Inhibiting Compound	Antikorozní kontrola
CLN	Clean	Čištění
CPCP	Corrosion Prevention and Control Program	Prevence před korozí
ČSA	České Aerolinie a.s	Dopravní aerolinky
ČSN		Česká státní norma
FPI / FPT	Fluorescent Penetrant Inspection/Test Fluorescent	Kapilární kontrola
FUC	Functional Check	Kontrola funkčnosti
GVC	General Visual Check	Generální vizuální kontrola
GVCE	General Visual Check External - structures only	Externí vizuální generální kontrola konstrukce
GVCi	General Visual Check Internal - structures only	Vnitřní vizuální generální kontrola konstrukce

HFEC	High Frequency Eddy Current Inspection	Vysokofrekvenční nedestruktivní zkouška
CHG	Change - for fluid	Výměna kapalin
CHK	Check for condition	Kontrola stavu
ITEM	Illustrated tool and equipment manual	Ilustrovaný manuál pro nářadí a přípravky
KUNZ		Výrobce údržbového vybavení
LCC	Life Cycle Costs	Náklady životního cyklu
LFEC	Low Frequency Eddy Current Inspection	Nízkofrekvenční nedestruktivní zkouška
LUB	Lubrication	Mazání
MLG	Main Landing Gear	Hlavní podvozek
NLG	Nose Landing Gear	Příďový podvozek
OPC	Operational Check	Provozní kontrola
Part -145		Předpis pro organizace provádějící údržbu
PSEU	Proximity switch electronics unit	Bezdotykový spínač elektronické jednotky
SPC	Special Check	Speciální kontrola
TASK CART		Úkolová karta
TVC	Thorough Visual Check	Důkladná vizuální kontrola
TVCE	Thorough Visual Check External - structures only	Důkladná vizuální kontrola Vnější konstrukce
TVCI	Thorough Visual Check Internal -structures only	Důkladná vizuální kontrola vnitřní konstrukce
UTI	Ultrasonic Inspection	Ultrazvuková inspekce

WAC	Walk Around Check	Způsob kontrolní prohlídky
X-RAY	X-Ray Inspection	Způsob nedestruktivní kontroly

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	7
1. Úvod.....	12
1.1 Cíl práce.....	13
2. Popis podvozku B-737.....	14
3. Analýza nejčastějších poruch a rozsah oprav.....	18
3.1. Obecná analýza.....	18
3.2. Konkrétní analýza pro B-737.....	20
3.3. Rozsah oprav.....	26
4. Současný stav opravárenského zázemí na CEAM.....	27
4.1. Nový Hangár údržbového centra CEAM a předchozí zázemí údržby	27
4.2. Stávající zázemí údržby podvozků.....	28
4.3. Porovnání s konkurenčním prostředím ČSA.....	30
5. Nutné přípravy pro opravy podvozků a návrh jejich rozmístění na pracovišti.....	31
5.1. Nářadí a měřidla.....	32
5.2. Speciální přípravky.....	33
5.3. Manipulační přípravky.....	38
5.4. Ostatní speciální přípravky velkých rozměrů.....	44
5.5. Ostatní vybavení dílny.....	47
5.6. Rozložení na pracovišti.....	50
6. Technologické postupy pro opravy podvozků.....	54
6.1. Zásady technologického postupu.....	54
6.2. Příklady technologických postupů.....	55

7. Závěr a ekonomické zhodnocení.....	69
7.1. Zhodnocení cílů.....	70
8. Seznam použitých pramenů.....	71

1. Úvod

V závislosti na současnou ekonomickou situaci ve světě, je v mé bakalářské práci záměrem, nalézt vhodnou ekonomickou alternativu pro opravy podvozků v hangáru firmy CEAM a zanalyzovat nejčastější závady, vyskytující se na podvozcích B-737. Jelikož je pro údržbu z ekonomického hlediska důležité znát nejčastější možné závady, bude tak součástí této práce analýza konkrétních poruch, které v této části údržby vznikají. Zároveň je mým cílem popsat tyto poruchy a jejich lokaci znázornit na fotografiích, které tak přehledně přiblíží danou problematiku. Problematika poruch a jejich důležitost bude zároveň detailně popsána v teoretické části, která tak blíže nastíní tento problém z všeobecného pohledu.

Jelikož v současné době firma CEAM disponuje některými speciálními přípravky a náradím pro opravy přistávacího zařízení, bude dalším bodem této práce, bližší seznámení se současným vybavením, zázemím a postupy při údržbě tohoto typu. Pro lepší porovnání se zároveň zmíním i o konkurenční údržbě, kterou bude v mé práci zastupovat firma ČSA. Toto konkrétní porovnání bude provedeno převážně díky faktu, že v současné době je údržbové centrum ČSA největším tuzemským konkurentem nově vzniklého hangáru firmy CEAM.

Při samotném navrhování dílny se tak zaměřím na nutné vybavení k provádění údržby, se kterou CEAM do budoucna počítá. Proto je jedním z dalších cílů této práce vypracování souhrnného seznamu veškerého potřebného vybavení pro údržbu podvozků B-737. Zároveň provedu analýzu možného rozvržení v prostorách, které jsou k tomu na novém hangáru vyčleněny. Při navrhování taktéž zmíním nutné body z norem, kterými je nutné se při navrhování pracoviště v prostorách PART-145 řídit, čímž zajistím teoretické přiblížení, požadavků a nařízení.

Jelikož je při provádění údržby důležitým faktorem znalost této problematiky, je mým dalším bodem, vypracování bližšího seznámení s konkrétními vybranými technologickými postupy pro opravy podvozků B-737. Pro tyto postupy provedu základní rozdělení a zároveň popíši primární zásady při údržbě.

Na konci této práce provedu konečnou obecnou analýzu problematiky údržby podvozků a provedu ekonomickou analýzu a zhodnocení. Tato ekonomická analýza se bude týkat jak samotné navržené dílny, tak i ekonomického dopadu při interních a externích opravách.

1.1. Cíl bakalářské práce

Celkovým cílem této bakalářské práce, je souhrnný pohled do problematiky oprav podvozků B-737 a přiblížení nutného vybavení pro práce na tomto zařízení. Z důvodu kvalitnějšího výkladu, je dalším cílem grafický popis a rozbor častých poruch a zároveň pojednání o

přípravcích a jejich použití. Z těchto poznatků, je poté v této práci snaha, navrhnout vhodné pracoviště na hangáru společnosti CEAM, a analyzovat její finanční výhodnost a návratnost.

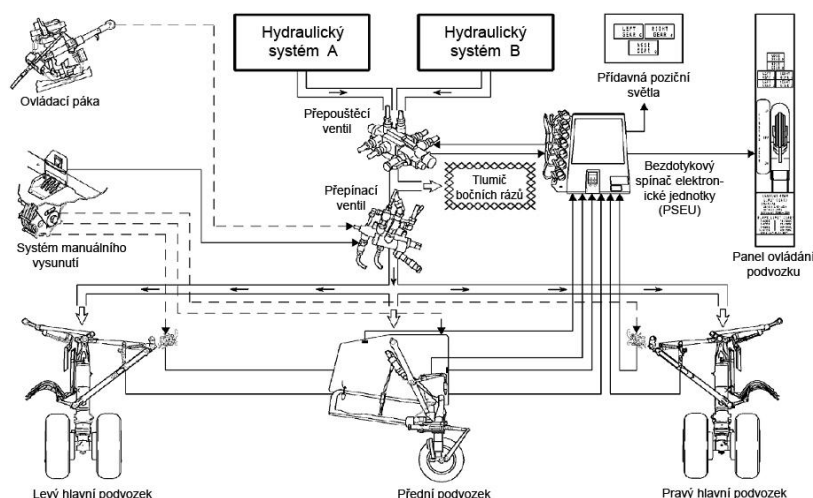
2. Popis podvozku B-737

Letoun Boeing 737 má podvozek příďového typu, který je tvořen dvojicí podvozkových noh hlavního podvozku (MLG) a jednou podvozkovou nohou příďového podvozku (NLG). Všechny tři podvozkové nohy jsou opatřeny olejo – pneumatickým tlumičem, kterým se tak přenáší a tlumí osově síly a ohybové momenty působící na podvozek. Noha příďového podvozku je navíc řiditelná a tudíž zajišťuje lepší manévrovatelnou např. při pojíždění letounu.

Celý systém podvozku se poté skládá s těchto hlavních částí:

- Ovládací páka (Control lever assembly)
- Systém manuálního vysunutí (Manual extension mechanism)
- Přepouštěcí ventil (Transfer valve)
- Přepínací ventil (Selector valve)
- Hlavní podvozek (Main landing gear)
- Příďový podvozek (Nose landing gear)
- Tlumič bočních rázů (Shimmy damper)
- Bezdotykový spínač elektronické jednotky (Proximity switch electronics unit (PSEU))
- Panel ovládání podvozku (Landing gear panel)
- Přídavná poziční světla (Auxiliary landing gear position)

Vzhledem k zaměření mé bakalářské práce se však budu zabývat pouze částím hlavního a předního podvozku. Je to z důvodu navrhované dílny, která bude primárně určena právě pro opravu podvozkových noh, pneumatik a brzd.



Obr. 1.1- Jednotlivé části systému podvozku

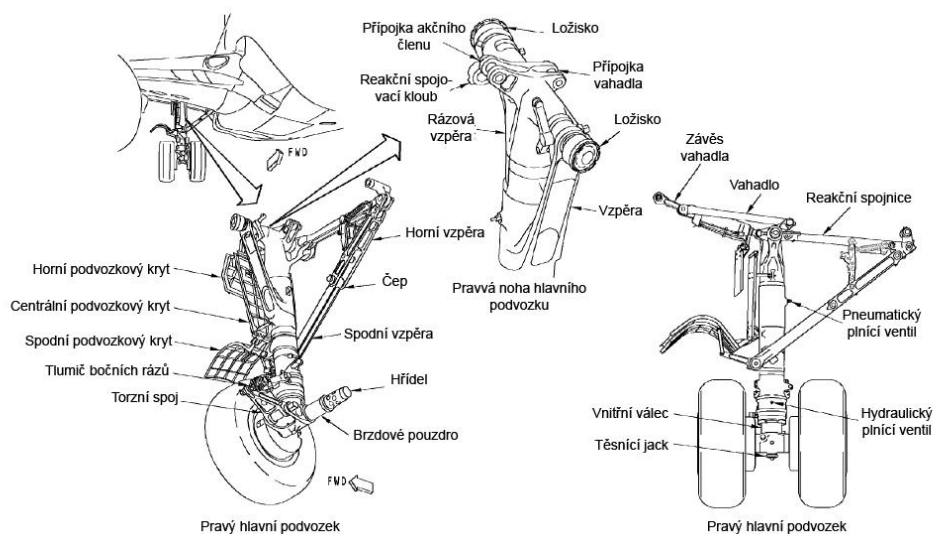
Hlavní podvozek (MLG):

Účelem hlavního podvozku je poskytování zadní opory pro trup letounu. Je vybaven, olejo-pneumatickým tlumičem, který absorbuje rázy od přistání a také otřesy a chvění při pojíždění. Hlavní podvozek taktéž přenáší brzdné účinky na strukturu letounu.

Hlavní podvozek je vybaven zatažitelným mechanismem, který pomocí hydrauliky umožní zasunutí podvozku do trupu letounu. Ruční otevření podvozku se provádí pouze při vysazení hydraulického systému. Je taktéž opatřen podvozkovým krytem, který zajišťuje aerodynamickou čistotu při zasunutí. Správné zasunutí podvozku, zde zajišťují uzamykací mechanismy, které jsou navíc kontrolovány senzory.

Každý jednotlivý hlavní podvozek je tvořen dvojicí pneumatik a samotná podvozková noha obsahuje tyto základní části:

- Rázová podpěra (Shock strut)
- Odporová vzpěra (Drag strut)
- Postraní vzpěra (Side strut)
- Olejo-pneumatické plnicí ventily (Gas and oil charging valves)
- Vahadlo (Walking beam)
- Reakční vzpěra (Reaction link)
- Krutový spoj (Torsion links)
- Tlumič bočních rázů (Shimmy damper)
- Hřídel pro montáž nápravy (Axle assembly)
- MLG kryty podvozku (MLG doors)



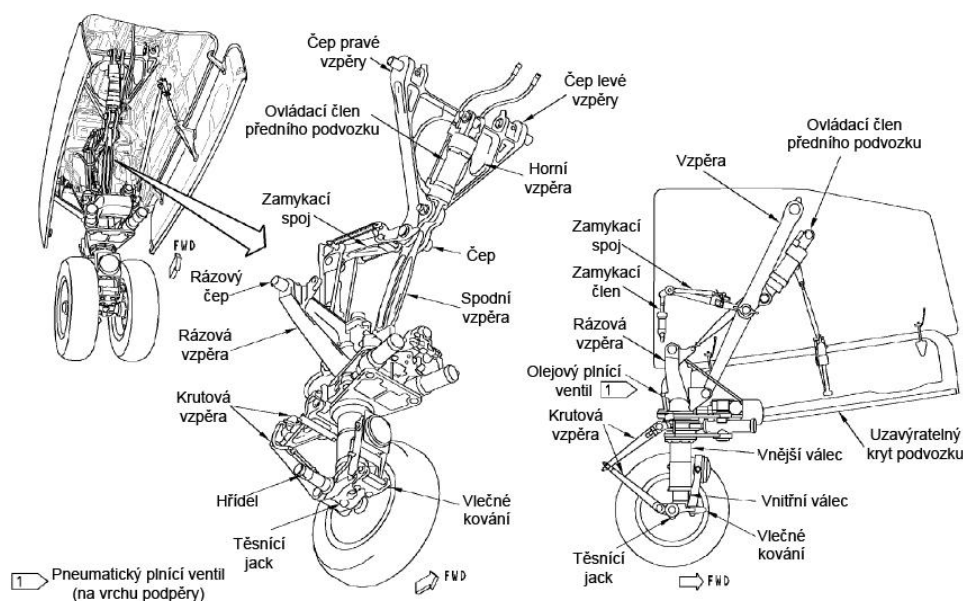
Obr. 1.2 – Hlavní podvozek

Přední podvozek(NLG):

Přední podvozek (NOSE LANDING GEAR) slouží taktéž jako hlavní podvozek a tlumení rázů při přistání a pojíždění. Navíc však při přistání, přenáší část váhy letadla.

Přední podvozek je složen ze dvou vedle sebe umístěných pneumatik a samotná podvozková noha obsahuje tyto základní části:

- Rázová podpěra (Shock strut)
- Odporová vzpěra (Drag strut)
- Uzamykací mechanismus (Lock link)
- Olejo-pneumatické plnicí ventily (Gas and oil charging valves)
- Krutový spoj (Torsion links)
- Integrální nosný hřidel kola (Integral axle)
- Závěsné kování (Tow fitting)
- NLG kryty podvozku (NLG doors).



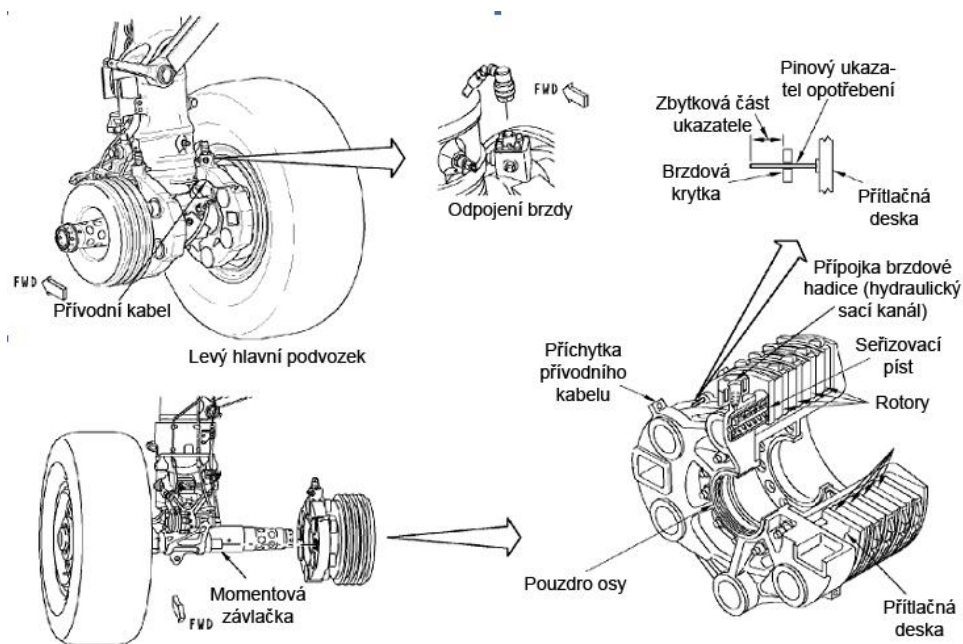
Obr. 1.3 – Přední podvozek

Brzdy

Brzdy použité na hlavním podvozku slouží ke zpomalení nebo zastavení letounu během přistání nebo pojíždění a jsou umístěny na jedné ose kol hlavního podvozku.

Brzdová soustava je kotoučového typu a má tyto základní části:

- Statory
- Rotory
- Přítlačná deska
- Píst
- Pouzdra osy
- Ukazatel opotřebení destiček
- Spojka brzdových hadic



Obr. 1.4 - Brzdy MLG

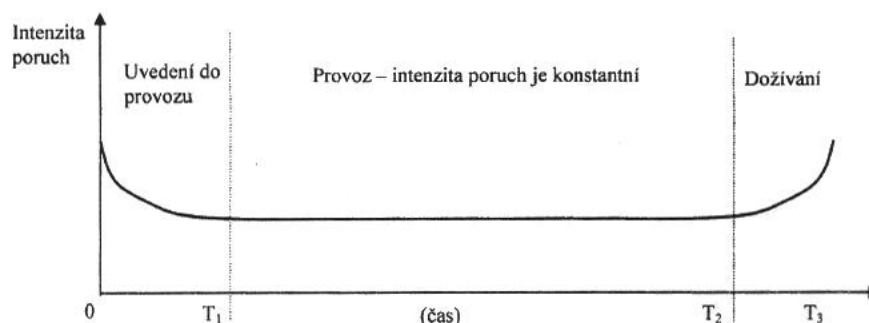
3. Analýza nejčastějších poruch

1.1. Obecná analýza

Ekonomický tlak působící v důsledku konkurenčního prostředí vede management všech leteckých opravárenských společností k nutnosti nahlížet na problematiku poruchovosti z dlouhodobého hlediska. Posuzují se tak náklady spojené s pořízením letadla, jeho provozem opravami, údržbou i likvidací. Tento koloběh se tak označuje pod souhrnným pojmem náklady životního cyklu (LCC). Proto se z důvodu ekonomických úspor zavádí analýzy LCC, které se dále dají rozdělit na jednotlivé etapy.

Identifikace etap LCC vychází z faktu, že intenzita poruch se mění v souvislosti s využíváním letounu. Míru využívání letounu je tak nutné popsat vhodným výkonovým parametrem jako je např. doba provozu, nebo počet náletových hodin. Z výsledků těchto analýz je pak možné sledovat a posuzovat výskyt poruch, a zjistit jejich četnost.

Aby tedy bylo možné analyzovat konkrétní nejčastější poruchy na podvozku B-737, je nutné vyjádřit si životní cyklus a rozdělit jej na jednotlivé etapy. K tomuto rozdělení použijí nejznámější vyjádření pomocí tzv. vanové křivky (obr.2.1.). Tato křivka nám rozděluje životnost letounu na záběh, provoz v ustáleném režimu a etapu dožívání.



Obr.2.1 - Vanová křivka

- **Interval (0-T₁)** – Je období uvedení letounu do provozu, a je zároveň obdobím častých poruch. Ovšem v závislosti na čase tato intenzita poruch postupně klesá. Délka tohoto období vždy závisí na vyzrálosti konstrukce a sériovosti výroby. Co se tak týče podvozku B-737 tato etapa téměř zaniká, jelikož je zde zajištěna vysoká sériovost a vysoká konstrukční kvalita, kterou firma Boeing zaručuje filosofií, zvýšených požadavků na spolehlivost, jednoduchost a nižší náklady na provoz a údržbu.
- **Interval (T₁-T₂)** – Je období standardního provozu dopravcem. Intenzita poruch je zde ustálena na přibližně konstantní hodnotě a při analýze poruch, které vznikají působením

náhodných událostí. Tato etapa je nejdelší a uplatněním vhodného systému údržby, zaručí pro značné ekonomické úspory.

- **Interval (T_2 - T_3)**- Je obdobím dožívání a likvidace. Vlivem opotřebení a dalších faktorů jako koroze a únavové, intenzita poruch začne značně stoupat. V tomto okamžiku je nutné ekonomické zhodnocení finanční návratnosti provádění oprav na letounu v této etapě.

Jak je z těchto intervalů zřejmé, nejdůležitějším intervalem údržby je Interval (T_1 - T_2), ve kterém se pohybuje letoun převážnou část svého bezpečného provozu. Proto se při navrhování zázemí pro opravy podvozků zaměřím na nejčastější poruchy vznikající právě v tomto časovém intervalu.

Aby bylo možné se zabývat a analyzovat nejčastější poruchy a závady, je nutné provést základní definici těchto pojmů a jejich rozdělení.

Závadou se rozumí zhoršení schopnosti provozu, které ještě nezpůsobí poruchu. V praxi to tak v problematice údržby podvozků může být např. ojeté pneumatiky kol nad normou danou mez.

Poruchou se tak rozumí ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci a rozlišujeme tyto druhy:

- **Náhodná porucha** je taková porucha, kterou nelze nijak předpovědět. Typickým příkladem náhodné poruchy může být např. poškození předního podvozků při tvrdém přistání. To většinou způsobí tzv. přestřihnutí těsnění, které se musí následně vyměnit za nové.
- **Trvalá porucha** je taková porucha, kterou lze odstranit pouze obnovou prvku, nebo soustavy. V této práci se budu převážně zabývat právě opravami těchto trvalých poruch, jelikož jde o jednu z nejdůležitějších částí údržby. Příkladem je např. výměna opotřebené pneumatiky, nebo výměna pouzder, což je jedna z nejčastějších oprav, která se při opravách podvozků provádí.
- **Dočasná porucha** je taková porucha, která za daných okolností může sama zaniknout a trvá tak např. jen po dobu působení vnějšího vlivu. Příkladem tak může být např. zateklá voda do elektrických zástrček, která pak ve výsledku dosti často ovlivňuje např. ukazatele tlaku. Po vypaření vody ovšem tato porucha zaniká a objevuje se opět až po zatečení vody do zástrčky.
- **Katastrofální porucha** způsobí okamžitou a úplnou ztrátu schopnosti letounu. Je to nejnebezpečnější druh poruchy, který by při dodržení správné údržby neměl teoreticky

vůbec nastat. Jsou zde však další vlivy, které s údržbou nijak nesouvisí, jako počasí nebo teroristický útok, které mohou tuto poruchu za jistých okolností zapříčinit.

- **Úplná porucha** je porucha objektu, při které dochází k úplné neschopnosti objektu plnit všechny požadované funkce. U podvozku to může být např. protržení, nebo prasknutí kola.
- **Částečná porucha** způsobující neschopnost objektu plnit některé, nikoliv však všechny požadované funkce. Příkladem může být částečně prasknuté okno průzoru nad MLG, díky kterému je následně omezen výhled na pozici MLG
- **Konstrukční porucha** je porucha způsobená nesprávnou konstrukcí, projektem nebo návrhem objektu. I přes technickou vyspělost letounu B-737 jsem po konzultaci zjistil na podvozku B-737 jednu častou poruchu, která by se dala označit za konstrukční. Týká se řídicího lana předního podvozku a blíže bude popsána v kapitole konkrétních poruch.
- **Výrobní porucha** je porucha, kterou může za jistých okolností způsobit neshoda výrobního procesu a návrhu. Je to tedy otázka převážně lidského faktoru při samotné výrobě.

Poruchy lze také rozdělit na:

- Nezávislá porucha je porucha objektu, která není přímo ani nepřímo zapříčiněná poruchou jiného objektu.
- Závislá porucha je porucha objektu, která je přímo nebo nepřímo zapříčiněná poruchou jiného objektu.

1.2. Konkrétní analýza pro B-737

Při údržbě podvozků na B-737 se vyskytuje několik závad, které lze definovat jako časté. Jsou způsobeny převážně opotřebením materiálu, zatékáním vody nebo např. tvrdými přistáními. Jelikož se poruchy tohoto typu neustále opakují, je výhodné s nimi před započítáním údržby počítat. To převážně znamená zajistit ve skladu dostatečný počet náhradních dílů a přípravků, které se s těmito častými poruchami souvisí. Právě z tohoto důvodu je důležitá kvalitní logistika a dostatek skladovacích prostor. Teoreticky lehce dosažitelné, prakticky však závislé více či méně na penězích, které logistiku a obsáhlou skladu vždy nemalou mírou ovlivňují.

Po konzultaci v ČSA jsem vypracoval souhrn několika příkladů častých poruch, které se na B-737 vyskytují i z přiloženou fotodokumentací. V tomto souhrnu nejsou sice zdaleka

uvedeny všechny, ovšem vzhledem k rozsahu této bakalářské práce se jedná o pouhé nastínění této problematiky.

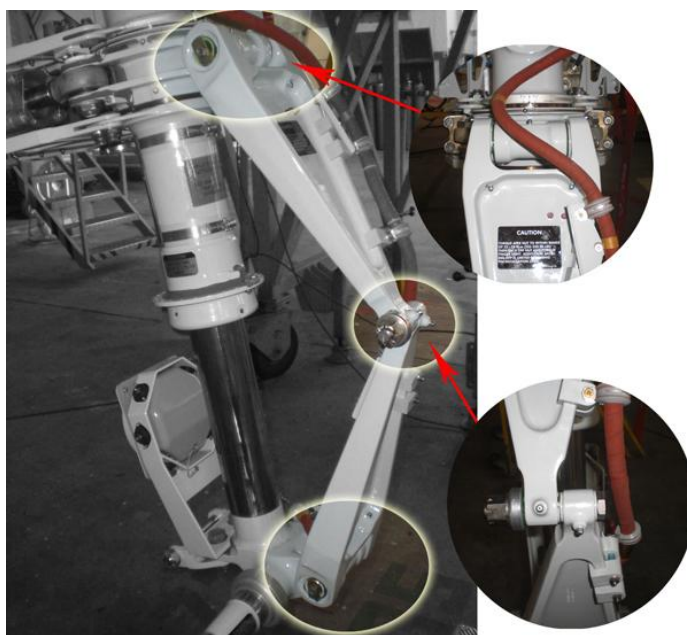
Časté poruchy se tedy týkají těchto částí podvozku:

- **NLG steering cable** - Jedná se o tzv. řídící lano předního podvozku, u kterého bývá problém v průchodce mezi přepážkami (Obr.2.2). Velice často se totiž stává, že toto lano je prodřené právě mezi touto přepážkou, což po té znamená následnou výměnu tohoto lana.



Obr.2.2 - Průchodka pro NLG steering cable

- **NLG torion link** – U této části podvozku jsou hlavním problémem časté poruchy způsobené porušením pouzder (bushings), které jsou zobrazeny na obr.2.3. Je to způsobeno převážně rázy, vznikajícími při přistání letounu.



*Obr.2.3 - Lokace nejčastějšího
opotřebení pouzder u NLG torion link*

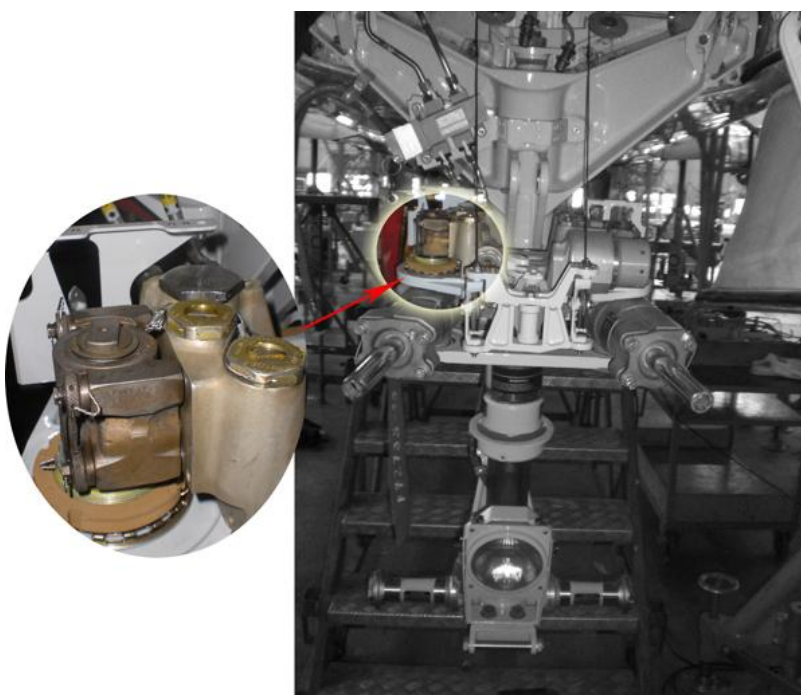
→

- **Blade seal** – Častými cykly zatahování a vytahování MLG se velice často opakuje prodření a potrhání těchto gumových těsnění (Obr.2.4). Většinou tato porucha znamená následnou výměnu poškozených prvků tohoto těsnění MLG.



Obr.2.4 - Částečně opotřebený Blade seal

- **Steering meter valve** – U této části podvozku se dosti často stává, že vlivem otáčení v kloubu, dojde k prodření tohoto Steering meter valve (obr.2.5), což je v podstatě řídicí prvek NLG. Po prodření dochází k prosakování a vytékání hydraulické kapaliny.



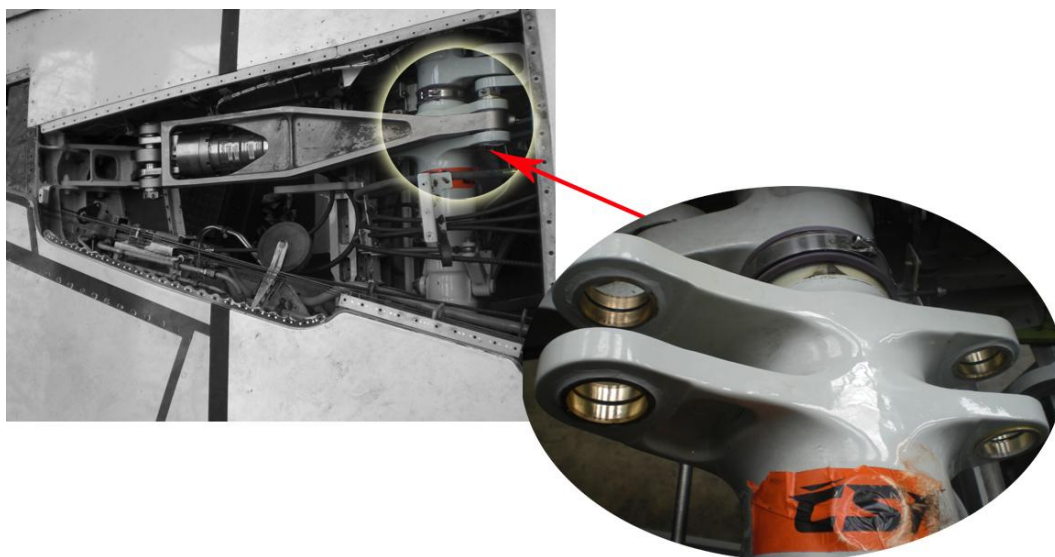
Obr.2.5 - Lokace častého prosakování u steering meter valve

- **Axle sleeve NLG-** (obr.2.6) U této osy předního podvozku je velice častou závadou koroze vznikající od usazené vody. Při opravě se osa zabrušuje a ve speciální dílně se na ní nanáší kadmium.



Obr.2.6 - Axle sleeve NLG

- **Retract actuator MLG** – Tento prvek vysouvá a zasouvá podvozkovou nohu MLG a tím pádem v závislosti na počtu těchto cyklů, vzniká velmi často porucha pouzder pro čepy (obr.2.7), která se řeší jejich výměnou. Na rozdíl od pouzder čepy bývají v pořádku.



Obr.2.7 - Lokace častého opotřebení pouzder u Retract actuator MLG

- **MLG door-** (obr.2.8) U krytu MLG je velice častou poruchou tzv. „vymletí“, ok táhel. Je to dáno opět převážně počtem cyklů při zavírání a otevírání podvozku.



Obr.2.8 - Táhlo od MLG door

- **NLG actuator** – Stejně tak jako u MLG actuátoru, i zde vlivem cyklů při zasouvání a vysouvání podvozku, dochází k opotřebení vnitřních pouzder os. Při poničení tohoto pohyblivého pouzdra se oprava řeší převážně výměnou této části NLG actuátoru (obr.2.9).



Obr.2.9 - Často opotřebené pouzdro – lokace na demontovaném NLG actuátoru

- **MLG torion link** – (obr.2.10) Vzhledem k častým rázům vzniklých při přistání, je tato část podvozku dalším ze silně namáhaných prvků podvozku. Z toho důvodu je zde nejčastější poruchou opět poškození pouzder, což se řeší převážně jejich výměnou.



Obr.2.10 – Silně namáhaná pouzdra MLG torion link

- **Průzor k MLG** – (Obr.2.11) Tento průzor slouží ke kontrole vysunutí podvozku u B-737 klasik. Velice často se však stává, že při přistání či vzletu odlétne kamínek, či jiná nečistota, tento průzor zasáhne a tím ho naruší. Verze B-737 NG již tento průzor nemá.



Obr.2.11 - Průzor k MLG

Převážně lze tedy říci, že nejčastějšími závadami na podvozcích B-737 jsou poškození pouzder os (tzv. bushings) v závislosti na jednotlivých cyklech. Pokud je podezření na porušení těchto pouzder, měří se jejich předepsané rozteče mikrometry, které by měli být na hangáru vždy k dispozici, viz. obr.2.12.



Obr.2.12 - Mikrometry k měření roztečí pouzder

1.3. Rozsah oprav

Při provádění údržby je zásadní informací rozsah prováděných prací, které přímo určuje Part -145 ve svém výkladu. Pro údržbu prováděnou na podvozcích jsou nejdůležitější rozsahy těchto skupin:

- A – Třída A opravňuje údržbovou organizaci k provádění údržby na letadle, či letadlovém celku pouze za předpokladu že jsou tyto části namontovány na letounu. Údržba na částech, které jsou demontované z letounu, je možná provádět pouze v případě dočasného sejmutí, pokud to nařizuje Aircraft maintenance manual. Toto sejmutí se provádí převážně z důvodu lepšího přístupu při provádění údržby.
- C – Třída C opravňuje údržbovou organizaci k provádění údržby na demontovaných nezastavěných částech letounu, které jsou určeny k montáži na letoun či letecký motor. Z tohoto důvodu mezi tuto třídu údržby nespadá údržba na demontovaném motoru či APU. Pokud má údržbová organizace oprávnění pro údržbu třídy C, automaticky pod toto oprávnění spadá údržba na zastavěných celcích spadající pod třídu A. Třída C se poté dále člení podle konkrétních letadlových celků. Pro opravy na demontovaném podvozku je tak potřeba oprávnění třídy C-14.
- D1 – Třída D1 opravňuje organizaci pro provádění nedestruktivních zkoušek. Pokud však údržbová organizace vlastní oprávnění A a C, automaticky pod tyto dvě třídy spadá také možnost provádění těchto nedestruktivních zkoušek. Výhodou oprávnění D1 je pouze možnost provádět tyto zkoušky i na externích pracovištích pro jiné údržbové organizace

2 Současný stav opravárenského zázemí podvozků na CEAM

2.1. Nový Hangár údržbového centra CEAM a předchozí zázemí údržby

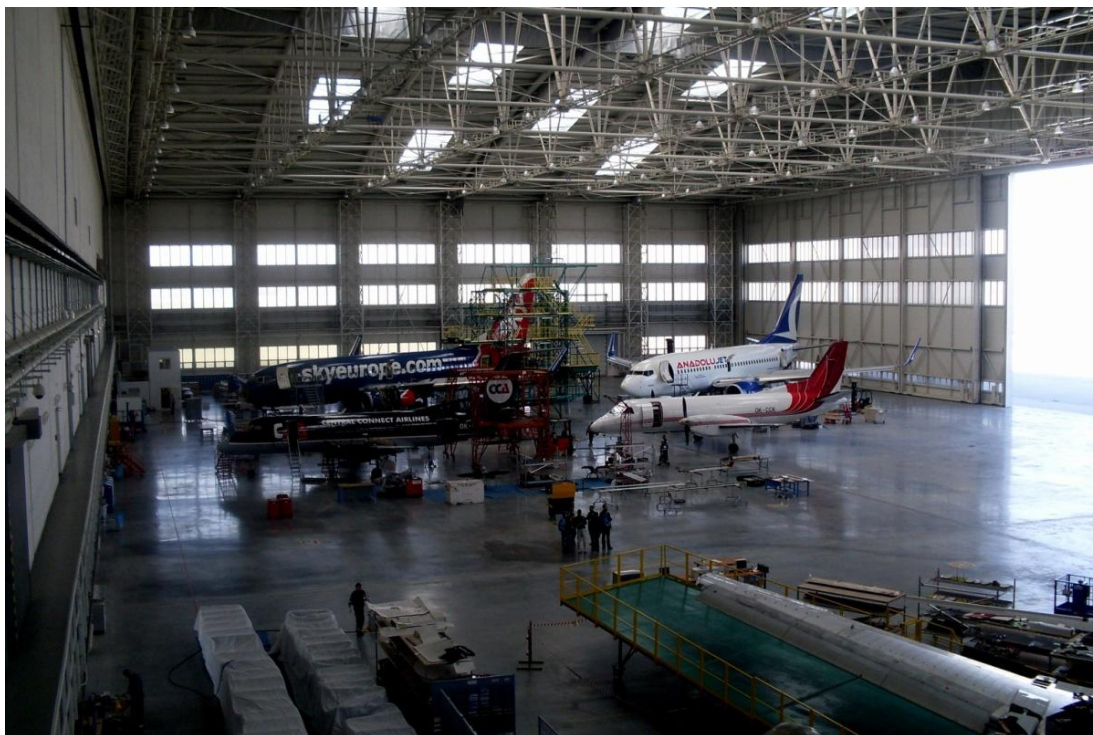
Dříve než byl v březnu 2008 otevřen nový hangár pro provádění údržby, byla firma Job air omezena pouze na letouny menších rozměrů typu Saab 340 či L-410. Toto omezení a myšlenka provádět údržbu i na velkých letounech typu B-737, 767, 747 znamenala postavení moderního velkého hangáru, který je v konečném důsledku svou velikostí největší ve střední Evropě. Společnost JOB AIR-CENTRAL EUROPE AIRCRAFT MAINTENANCE a.s tak investovala 1,05 miliardy korun a podle plánů by měla být návratnost do pěti



Obr.3.1 - Nový hangár CEAM

let. Samotný hangár je svou konstrukcí samostatnou kapitolou a má unikátní parametry - délku 146 metrů, šířku 80 metrů a výšku 34,5 metru. Najednou v něm lze opravovat dva obří letouny typu Boeing 747 a k tomu i dvě menší letadla typu 737. Rozměry haly byly i hlavním důvodem, proč do Ostravy zamířil Air Berlin, který má již šestým rokem smlouvu a leteckými opravami ČSA na pražské Ruzyni. Právě ČSA je přitom hlavním konkurentem tohoto nově vzniklého údržbového centra.

Projekt musel počítat s mnoha nepředvídanými situacemi jako je havarijní únik paliva a důsledná požární ochrana, která pomocí elektronické požární signalizace monitoruje celý proces opravy letadel. Během prací bylo nutno najít nová technická řešení a stavba je v mnohých směrech unikátní. Opravárenskému procesu jsou k dispozici další pomocné provozy a sklady, které jsou umístěny v přístavbě vlastního hangáru. Přístavba je zrealizována po celé délce 146 m v pěti nadzemních podlažích. Kromě pomocných provozů je zde umístěno energetické zázemí s kotelnou, šatny zaměstnanců, jídelna a kancelářské prostory. Stavebně se také jedná o poměrně složité dílo. Bylo nutno nadstřešit plochu 146x80 m bez jediné podpory v podélném směru. Specialitou jsou pak posuvná vrata, která byla projekčně připravena v Anglii firmou, která se této problematice věnuje. Nápravové tlaky podvozků obřích letadel si vynutily zvolit řešení podlahy hangáru z předpjatého betonu, ve které jsou navíc umístěny rozvody energií, odvody havarijního paliva a podlahové vytápění.



Obr.3.2 - Vnitřní uspořádání nového hangáru CEAM

Před přestěhováním údržbové organizace Job air do nového hangáru na letišti Mošnov, se prováděli opravy pouze menších letounů Saab 340, Saab 2000 a Let L-410. Vzhledem k velikosti hangáru a ekonomické strategii firmy, nebyl tento hangár vybaven žádnou speciální dílnou pro opravy podvozků a opravy se tak řešily prostřednictvím externí firmy. Na hangáru se tak prováděli pouze menší opravy nevyžadující speciální vybavení, jako je např. výměna těsnění. Personál provádějící tuto údržbu nebyl nijak speciálně školen a prováděl tak zároveň údržbu celého letounu.

2.2. Stávající zázemí údržby podvoků.

Vzhledem k prostorům nového hangáru se již do budoucna počítá se zřízením speciální dílny pro opravy podvozků. Ta by měla být zařízena vybavením pro opravy v rozsahu C-check a to v takovém rozsahu aby využití externích firem bylo co nejnižší. Tato prohlídka je dána intervalem 4000 letových hodin, nebo 4000 cyklů, nebo respektive 15 měsíců. Vždy po té rozhoduje čas nebo cyklus, který je dosažen jako první.

Údržba toho rozsahu se tak skládá z těchto základních úkonů:

- Čištění
- Mazání
- Výměna a vyřazení částí s omezenou životností
- Vizuální prohlídky
- Kontroly funkcí
- Provozní test

Z těchto úkonů tvoří největší část vizuální prohlídky a provádění funkčních testů. Tyto dva úkony zároveň nevyžadují demontáž podvozkové nohy, což je nejnáročnější prováděný úkon při údržbě podvozku. Mezi časté práce v rozsahu C-check se taktéž řadí např. demontáž kol nebo přezutí.

V současné době je však dílna pro opravy tohoto typu ve stádiu příprav a na hangáru jsou tak pouze některé přípravky, které jsou provizorně umístěny na pravé straně hangáru (obr.3.3). Jedná se tak např. o KUNZ TTS pneumatik Test Systém a KUNZ UAS Universal Assembly/Disassembly Stand, o kterých bude dále blíže pojednáno.

V budoucnu by tak měla být zřízena moderní dílna, obsahující všechny přípravky a zařízení usnadňující údržbu. Zároveň by tu měl být speciálně vyškolený personál, specializující se právě na opravy tohoto typu.



*Obr.3.3 - Stávající vybavení pro opravy podvozků B-737
na novém hangáru*

2.3. Porovnání s konkurenčním zázemím ČSA

Společnost ČSA, která je v tuto chvíli hlavním tuzemským konkurentem firmy CEAM, provádí převážnou část údržby na Ruzyňském hangáru F. Tento hangár má však mnohem méně prostotu, což jej v mnoha aspektech omezuje. ČSA vlastní licence na lehčí údržbu pro letouny typu B-737, A-310, A-319, ATR - 42 , ATR – 72. Ovšem co se týká těžší údržby, do které spadá i údržba podvozků, vlastní licenci pouze pro B-737. Pro údržbu pneumatik a brzd navíc může udržovat i letouny typu ATR-72 a ATR- 42. Veškerá běžná stacionární údržba podvozků včetně demontáže a montáže jednotlivých částí se provádí právě na hangáru F, který je k tomu přizpůsobený. Na ploše hangáru jsou tak uloženy veškeré přípravy nutné pro montáž a demontáž a zároveň dostatek schůdků, pojízdných vozíků usnadňující prováděnou údržbu.

Co se týká následných oprav prováděných na podvozkových nohách a generálních oprav, je ČSA vybaveno i speciálním zázemím právě pro údržbu tohoto typu. Tato dílna však není umístěna na hangáru F, nýbrž v prostorách starého letiště. Do těchto prostor jsou podvozky převáženy pomocí transportního automobilu a uloženy v k tomu určených dřevěných přepravkách.

Tato speciální dílna je vybavena všemi nutnými přípravky pro opravy, které byly již výše zmíněny. Obsahuje tak např. přípravky typu KUNZ UBB Universal BeadBreaker nebo KUNZ UAS Universal Assembly/Disassembly Stand. Toto speciální údržbové zázemí je pak navíc vybaveno lakovnou, soustružnou a svařovnou což je v konečném důsledku velice ekonomicky výhodné.



Obr.3.4 - Vnitřní uspořádání hangáru F společnosti ČSA

3 Nutné přípravy pro opravy podvozků a návrh jejich rozvržení na pracovišti

Vybavení pro opravy podvozků se vždy odvíjí od rozsahu oprav a je vždy závislé na ekonomické politice každé letecké údržbové organizace. Ne vždy je totiž nutné vlastnit komplexní vybavení dílny. V zásadě by ale nemělo chybět vybavení pro opravy častých oprav, které jsem již výše popsal. Tyto časté opravy by bez kvalitního zázemí, mohli být velkým problémem, jelikož by se muselo využít služeb externího opravárenského podniku, který tímto vybavením disponuje.

Nutnost používat speciální přípravky a nářadí je dána hlavně konstrukční složitostí a vysokým požadavkem na přesnost a kvalitu provedené práce. Přípravky taktéž slouží k větší produktivitě práce a do určité míry pomáhají mechanizovat namáhavou práci při manipulaci a přepravě jednotlivých částí podvozku. Zároveň při používání speciálního nářadí a přípravků je výrazně eliminována možnost poškození opravovaného podvozku při demontáži, přepravě nebo samotné údržbě.

Vybavením a nářadím pro opravu letadlových celků se přímo zabývá Part 145, příloha II nařízení Komise (ES) č. 2042/2003 ze dne 20. listopadu 2003. Ta přímo nařizuje, že organizace musí mít k dispozici a používat nezbytné vybavení, nářadí a materiál k provedení schváleného rozsahu prací. Dále pak tento přepis uvádí:

- V případě, že výrobce stanoví konkrétní nářadí nebo vybavení, musí organizace používat takové nářadí nebo zařízení vždy, pokud není použití alternativních nářadí nebo vybavení schválené příslušným úřadem prostřednictvím postupů uvedené v expozici
- Zařízení a nářadí musí být stále k dispozici, s výjimkou případu nářadí nebo vybavení, které je tak málo používané, že jeho stálá dostupnost není nutná. Takové případy musí být podrobně uvedeny v expozici postu - dure.
- Organizace oprávněná k údržbě na technické základně musí mít dostatečné servisní vybavení a pro kontrolu z plošiny nebo rampy tak, aby letadla mohla být řádně kontrolována
- Organizace musí zajistit, aby všechny nástroje, vybavení a obzvláště zkušební zařízení byly kontrolovány a kalibrovány podle úředně uznaných normálů s četností zajišťující provozuschopnost a přesnost. Záznamy o takovém cejchování a návaznost na použité normy musí být uloženy u organizace.

V zásadě se dá vybavení pro opravy podvozků rozdělit na čtyři základní skupiny, přičemž je toto rozdělení obdobné pro všechny letecké údržbové organizace. Vybavení je tak rozděleno na nářadí, měřidla, nástroje a přípravky, které jsou dány potřebami prováděných prací.

3.1. Nářadí a měřidla

Nářadí je definováno jako souhrn základních pracovních prostředků, kterými je vybaven mechanik a používá je k provádění změn na pracovním předmětu, v našem případě částí podvozku. Toto nářadí musí mít každý letecký mechanik kdykoliv k dispozici buď ve vlastním kufříku s nářadím, dílenském vozíku nebo ve výdejně nářadí.

Základní nářadí by tak mělo obsahovat:

- Sadu otevřených maticových klíčů
- Sadu očkoplochých maticových klíčů
- Sadu kleští
 - Štípací
 - Kombinované
 - Ploché
 - Pro Segerovy pojistky
 - Posuvné Siko
- Sadu kladiv o různé hmotnosti
- Sadu duralových paliček
- Sadu šroubováků
- Sadu vyrážecích trnů
 - Ocelové
 - Duralové
 - Teflonové
- Sadu nástrčných maticových klíčů
- Sadu nástrčných maticových kloubových klíčů



Obr.4.1 - Dílenský vozík

Toto základní nářadí by mělo být obsaženo pohromadě a co nejvíce přehledně. K tomuto účelu by mělo být pracoviště vybaveno dílenským vozíkem s dostatečným množstvím přihrádek (obr.4.1).

Dílenský vozík tohoto typu má výhodu, snadné manipulace a masivní konstrukce, tvořené z ocelového plechu s práškovým nástřikem. Navíc je opatřen čtveřicí kol, přičemž dvě jsou opatřeny otočným mechanismem a brzdou, která slouží k ustavení, nebo zajištění na šikmé ploše, jako je, např. „dok,, pod křídlem.

Tento vozík by měl navíc kromě již zmíněného základního nářadí obsahovat i některá univerzální měřidla, např. pro kontrolu vnitřních a vnějších rozměrů, nebo kvalitu uložení a lícování jednotlivých součástí. Aby toto vše bylo zajištěno, vozík by měl tedy obsahovat tyto měřidla:

- Sadu posuvných měřidel ČSN 25 1238
- Sadu mikrometrů o různém rozsahu
- Lístkové spároměry ČSN 25 1670
- Měřidla pro kontrolu závitů
- Mikrometrický odpich ČSN 25 1438
- Číselníkové úchylkoměry
 - Setinové
 - Tisícinové
- Měřicí stojánky
- Kontrolní pravítka různé délky ČSN 25 5110

Všechno toto základní pracovní vybavení vozíku by mělo být uloženo v polstrovaných přihrádkách s rychlou a snadnou možností kontroly úplnosti. Ta je důležitá převážně z důvodu eliminace lidského činitele, při zapomenutí nářadí v konstrukci letounu. Zároveň by mělo být nářadí označeno vyražením značky, nebo čísla konkrétního dílenského zázemí.

3.2. Speciální přípravky

Přípravky jsou druh pracovního prostředku, kterými by mělo být pracoviště vybaveno pro práce a technické operace, pro které nepostačují základní univerzální nářadí a nástroje. Lze tedy říci, že jde o speciální pomůcky pro konkrétní pracovní operace. Pro konkrétně opravy podvozků lze přípravky rozdělit na několik málo základních skupin, přičemž zmíním pouze přípravky nutné pro opravu v rozsahu C-check. Budu se tedy zabývat přípravky pro demontáže jak celé podvozkové nohy, tak i s tím související demontáž kol a brzd. Ostatní opravy podvozku týkající se např. ovládání řízení, nebo tlumiče bočních rázů, již spadají pod opravu podle CMM a s těmi se zatím na hangáru CEAM do budoucna nepočítá.

Při návrhu umístění jednotlivých speciálních přípravků, je vždy nutné brát v úvahu jejich četnost použití. Není proto nutné, aby byly málo využívané přípravky k dispozici přímo na dílně. Z důvodu lepšího využití prostoru, je proto vhodné, takovéto přípravky umístit do výdejny. Kde zároveň musí být zajištěno, aby bylo toto nářadí bylo kdykoli k dispozici

a v dostatečném počtu. Cílem tohoto řešení tak je, aby na dílně bylo jen základní speciální nářadí, které je často používáno. Zároveň je snaha umísťovat na dílnu jen speciální přípravky menších rozměrů, které tak méně zatěžují využitelnost prostoru, který je pro opravu podvozků vyčleněn.

Umístění speciálních přípravků, které jsou přímo na dílně, je vždy závislé na rozměru, hmotnosti, četnosti použití a zároveň konkrétními požadavky pro uložení, dané výrobcem. Proto se uložением těchto přípravků budu věnovat, vždy u konkrétních případech.

Celkové rozložení přípravků bude navrženo v kapitole, věnující se konkrétnímu rozložení na pracovišti.

3.2.1. Speciální klíče

Tyto klíče mají v zásadě široký rozsah použití, a jsou vždy určeny k jedné konkrétní operaci. Většinou slouží k montáži/demontáži, nebo k zajištění/odjištění zásadních částí podvozku jako je např. těsnící matice hlavní podvozkové nohy (Adapter klíče F80033-8), přídržná matice předového podvozku (Objímka matice osy F80168-1), nebo matice držící ložisko zadního čepu hlavní podvozkové nohy (Momentový klíč C32013-1).

Pro údržbu podvozku pro opravu v rozsahu C-check, je potřeba mít k dispozici tyto speciální klíče:

- Momentový klíč C32013-1
- Sada klíčů A32045-108/109
- Klíč na kroužek řízení NLG C32040
- Adapter klíče F80033-8
- Adapter klíče těsnění NLG C32025-1
- Nástavce klíče F72959
- Objímka matice osy F80168-1
- Adapter pro vysílač protiskluzového systému C32075-10
- Sada nástavců na klíče F72959

Vzhledem k relativně častému použití a menším rozměrům těchto speciálních klíčů které se pohybují do 30 cm a hmotnosti do 2,5 kg. Je vhodné umístit tyto speciální klíče přímo na dílně. Umístění by mohlo být řešeno v pojízdném dílenském vozíku nebo dílenské skříni. Podmínkou správného uložení je nutnost přehledného uložení, na polstrované podložce např. formou molitanu. Výhodné je taktéž použití podložek s výřezy pro každý konkrétní klíč, což zvyšuje přehlednost, a možnost kontroly celistvosti této sady.

3.2.2. Speciální zajišťovací pomůcky

Zajišťovací pomůcky lze rozdělit na dvě základní skupiny. V zásadě se tak jedná o zajišťovací kolíky a blokovací klíny. Jelikož je jejich použití velice časté je nutné, aby byl vždy zajištěn dostatečný počet těchto pomůcek. Zároveň by měli být umístěny přímo na dílně.

- Zajišťovací kolíky (Downlock equipment C32026-1)

Slouží k pojištění podvozku proti zatažení při provádění údržby. Na jeden letoun B-737 je potřeba několik těchto zajišťovacích kolíků a proto vzhledem k možné vytiženosti hangáru je výhodný velký počet těchto kolíků.

Jelikož jsou tyto kolíky velice důležité vzhledem k bezpečnosti práce prováděné na letounu, je nutné používat jen neponičené kolíky, které jsou opatřeny praporkem s nápisem „REMOVE BEFORE FLIGHT,“. Při použití zajišťovacího klínu bez tohoto výrazného praporku, by mohla nastat situace zapomenutí zpětného vysunutí zajišťovacího kolíku po ukončení údržby. To by mohlo mít ve výsledku zásadní vliv na bezpečnost letu a s tím spojené fatální následky. Proto je velice nutné toto pravidlo dodržovat.



Obr.4.2 - Zajišťovací kolík C32026-1

- Blokovací klíny proti pojezdu kol podvozku

Slouží k ustavení kol proti pojezdu při manipulaci nebo montáži s letounem. Jejich použití je nutné i při pouhém odstavení nebo hangárování letounu bez jakékoli prováděné údržby. Jsou vyrobeny z gumového materiálu, což zvyšuje přilnavost a tím větší bezpečnost při ustavení letounu.

Umístění těchto zajišťovacích pomůcek, vzhledem k častému využití, bude tedy řešeno přímo na dílně.



Obr.4.3 - Blokovací klíny proti pojezdu kol podvozku

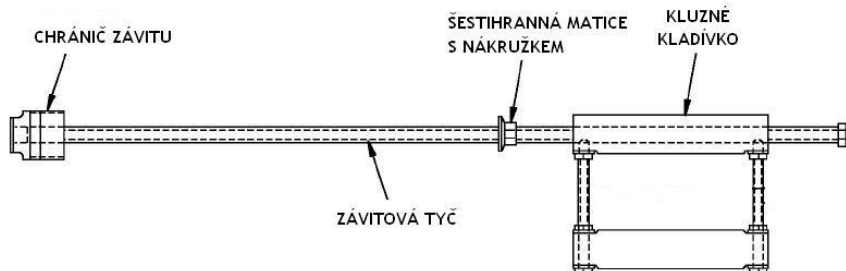
3.2.3. Speciální montážní přípravky

Speciální montážní přípravky slouží v zásadě k montáži/demontáži letadlových celků a jejich použití je opět vždy pro jednu konkrétní operaci. Jejich hlavním úkolem je usnadnění prováděných operací, které by bez těchto přípravků nebyly možné, a nebo jen s velkým vynaloženým úsilím. Konkrétně u podvozku B-737 to může být např. vyjmutí pojistného čepu, který drží skříň zadního radiálního čepu hlavního podvozku. K tomuto konkrétnímu vyjmutí je určen stahovák pojistného kolíku C32015-1, který je zobrazen na obr.4.2. Konkrétní použití tohoto speciálního montážního přípravku bude blíže graficky znázorněno v kapitole 6.2., která se týká technologických postupů. V zásadě však pro opravy C-check bude potřeba těchto montážních přípravků:

- Přidržovací pásy C32030-10
- Souprava pro instalaci/demontáž kolíků C32029-1
- Stahovák brzd a objímky osy C32032-57
- Stahovák pojistného kolíku C32015-1
- Instalační přípravek C32031-1
- Výměnný přípravek – těsnění spodního ložiska C32017-1
- Instalační přípravek – orifice tube/metering pin C32042-61
- Instalační přípravek – radiální čep NLG C32033-1
- Freeplay check equipment C32044-1
- Instalační přípravek – spodní těsnění NLG C32016-33
- Instalační přípravek (metering pin C32035-1)
- Napínák pružiny C32014-1

- Instalační přípravek (walking beam C32028)
- Upínací přípravek – aktuátoru NLG C32036
- Adapter – pro uplock MLG C32048-1
- Instalační přípravek pružiny J32037-106
- Instalační přípravek – přidržovací matice kola C32012-12
- Sada pro instalaci matice protiskluzového systému C32021-1
- Chráníč osy podvozku C32022

Vzhledem k množství těchto montážních přípravků a jejich specifickému použití je výhodnější jejich uložení v rámci výdejny. Zde by byl zajištěn vždy dostatečný počet a možnost vypůjčení v kteroukoli pracovní dobu. Při splnění těchto podmínek by po té nebylo nutné uložení přímo na dílně.



Obr.4.4 - Stahovák pojistného kolíku C32015-1

3.2.4. Speciální testovací přípravky

Tyto přípravky jsou nutné pro provádění kontrolních testů, během nebo po konci údržby prováděné na letounu. Pro zajištění bezpečnosti a kvality prováděné práce je tak nutné, aby byly tyto speciální testovací přípravky vždy k dispozici. K opravám na podvozcích B-737 jsou nutné tyto přípravky:

- Siloměr – pro ovladač podvozku C32021-18
- Měřič tlaku brzd F72977-45
- Prodloužená páka řízení C32020-1
- Adapter – test aktuátoru řízení C32039-1

Umístění opět není potřeba přímo na dílně, nýbrž je vhodnější, aby byly umístěny ve výdejně nářadí.

3.2.5. Speciální přípravky pro práci s hydraulikou a dusíkem

Tyto přípravky jsou nutné pro základní úkony údržby, jako je plnění pneumatik dusíkem, nebo plnění tlumiče podvozkové nohy. Jelikož je pro tyto úkony nezbytně nutné vlastnit tyto speciální přípravky, je jejich umístění na dílně pro údržbu podvozků naprosto nezbytné a měli by být vždy k dispozici.

- Plnicí nářadí pro tlumič F70200-1
- Plnicí nářadí pro pneumatiky F70199-1
- Výpust oleje A32066

3.3. Manipulační přípravky

Do této skupiny přípravků se řadí všechny přípravky, které umožňují ustavení do vhodné polohy, která je potřeba pro opravy prováděné na podvozku. Zároveň jsou nutné při provedení jednotlivých etap opravy, pro uložení a přepravu jednotlivých dílů.

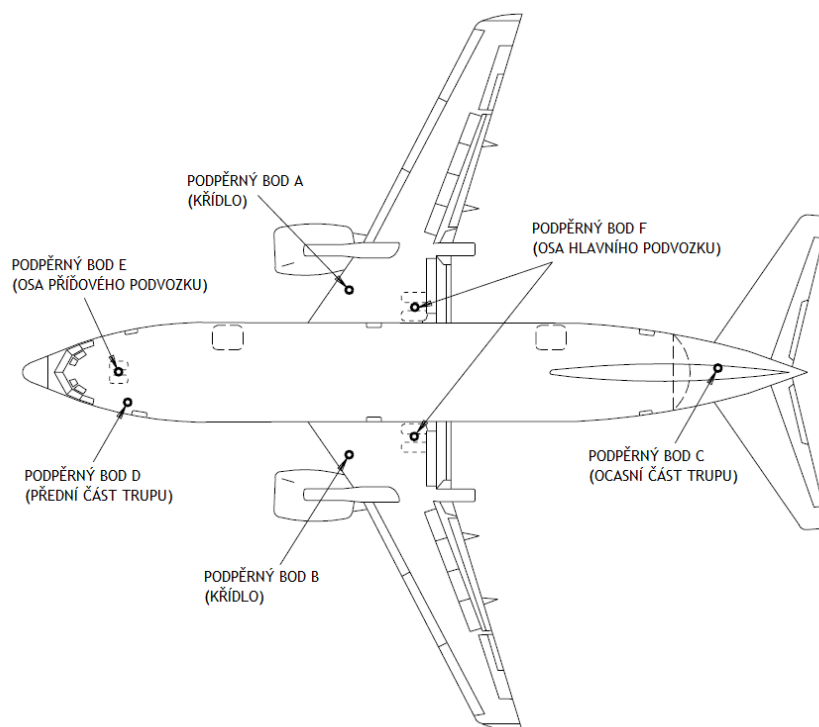
Pro opravy prováděné na podvozcích B-737 jsou nutné zvedací přípravky, přípravky pro ustavení a speciální vozíky pro manipulaci. Všechny tyto přípravky pro manipulaci jsou opět uvedeny v ITEM Boeing.

3.3.1. Zvedací přípravky

Slouží ke zvedání draku letounu do polohy umožňující zasunutí nebo celou demontáž podvozku. Tyto zvedáky lze ustavit pouze na místech, která jsou určena v manuálu firmy Boeing. Tyto místa jsou za tímto účelem zesílena a opatřena lůžkem. Na letounu B-737 je šest těchto podpěrných bodů a jsou rozmístěny viz obr.4.5. Pro některé z těchto bodů je před ustavením nutné použít ještě podpěrný adaptér, který je odlišný pro každý konkrétní typ podpěrného bodu. Tyto adaptéry slouží k samotnému uchycení zvedacího přípravku k podpěrnému bodu.

Dílna pro údržbu podvozků by tak měla obsahovat tyto adaptéry:

- Adaptér pro podpěrné body v křídle A a B (C07002-1)
- Adaptér pro ocasní část trupu bodu C (C07004-1)
- Adaptér pro přední část trupu bodu D (C07007-1)



Obr.4.5 - Podpěrné body letounu B-737

Zároveň je nutné vlastnit i zmíněné zvedací přípravky, které taktéž udává ITEM Boeing. Tyto přípravky, stejně tak jako adaptéry, jsou již na hangáru CEAM v dostatečném množství. Konkrétní příklad typu zvedáku, který firma CEAM vlastní a jejich použití je na obr.4.6.



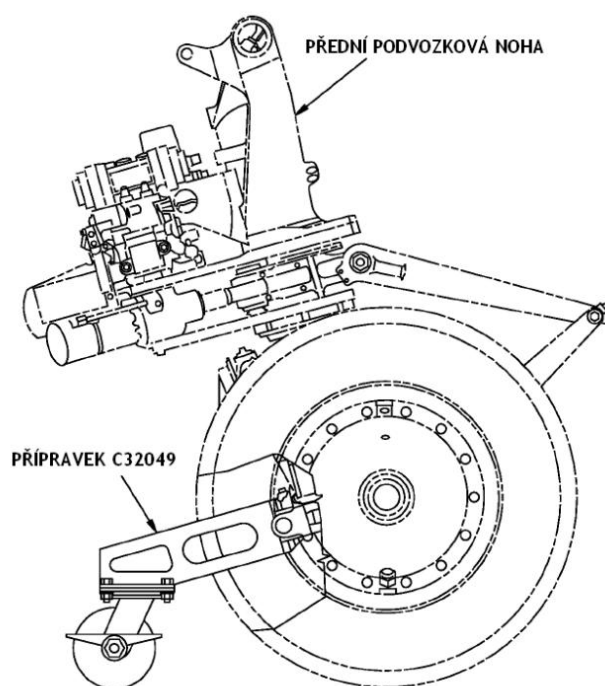
Obr.4.6 – Uchycení zvedacích přípravků

3.3.2. Speciální vozíky pro manipulaci

Jelikož jsou podvozkové nohy na manipulaci velice náročné, především vzhledem ke svým rozměrům a hmotnosti, musí být opravárenský podnik vybaven příslušnými speciálními vozíky pro konkrétní typ letounu. Tyto přípravky umožňují uchycení nohy NLG i MLG při jejich demontáži z letadla, přemísťování a manipulaci během jejich prohlídky v dílně. Manipulační vozíky pro typ B-737 přímo udává výrobce Boeing v ITEM, přičemž zde uvádí jím schválené typy vozíků jak pro hlavní tak i přední podvozek. Zároveň je zde i schválený typ vozíku pro manipulaci z demontovaným kolem podvozku.

- **Vozík pro nohu NLG C32049-1.**

Jedná se o přípravek, který je určen pouze pro přední podvozkovou nohu. Slouží k snadné manipulaci během montáže/demontáže či k manipulaci mimo letoun. Tento přípravek je především výhodný vzhledem k relativně malým rozměrům a snadné manipulaci s ním. Jeho použití je přehledně znázorněno na obr.4.7.

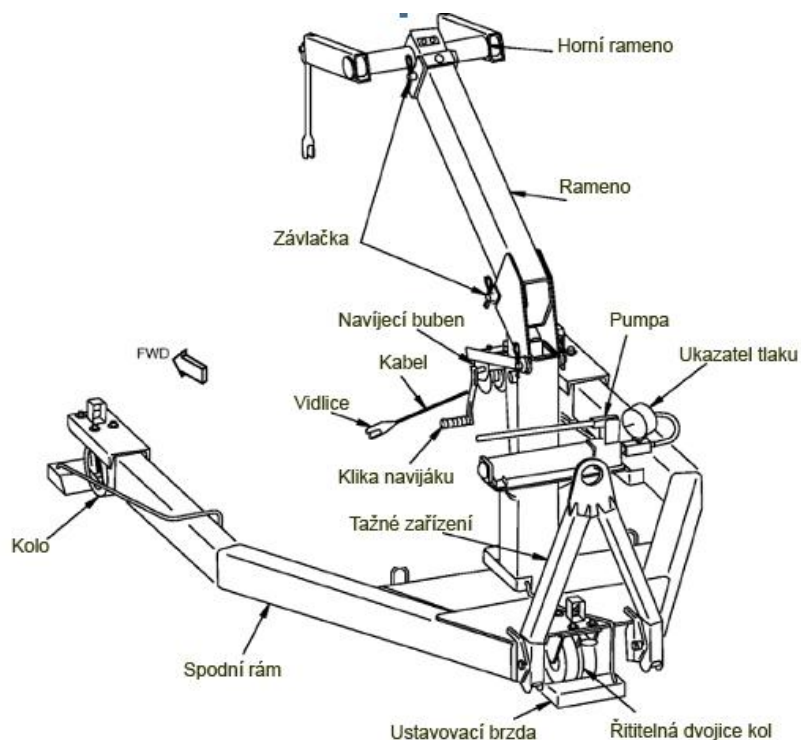


Obr.4.7 - Vozík pro nohu NLG C32049-1

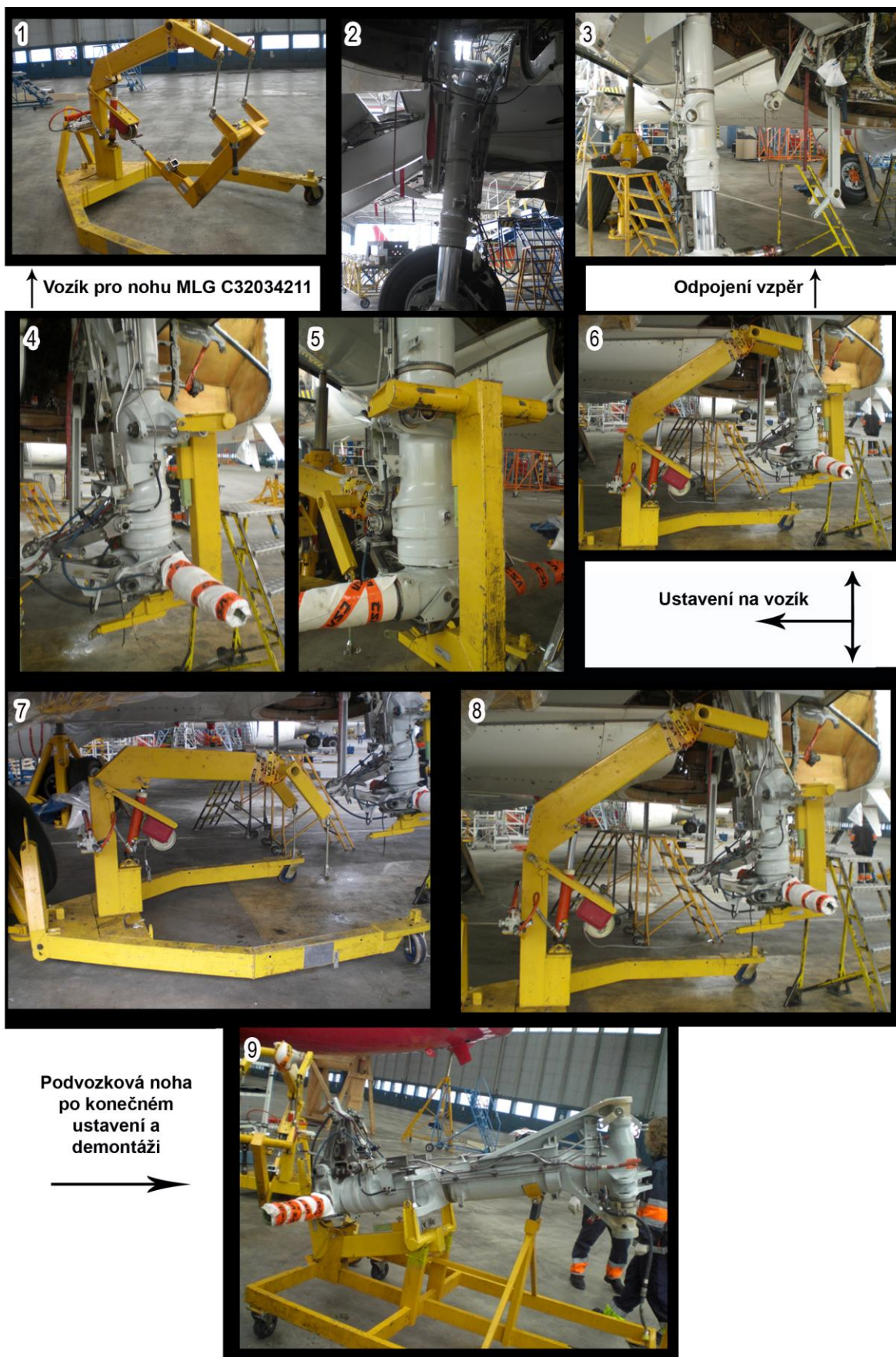
- **Vozík pro nohu MLG C32034211**

Tento přípravek je určen pro hlavní podvozkovou nohu a je taktéž určený pro manipulaci při montáži/demontáži a pro manipulaci mimo letoun. Na rozdíl od přípravku C32049 je však výrazně prostorově náročnější na umístění, vzhledem ke své velikosti a hmotnosti.

Na rozdíl od přípravku pro NLG je navíc opatřen stavěcími šrouby pro ustavení při opětovné montáži. Chronologický postup při demontáži kola je znázorněn na obr.4.9.



Obr.4.8 - Vozík pro nohu MLG C32034211



Obr.4.9 - Chronologické použití vozíku pro nohu MLG C32034211 při demontáži podvozkové nohy.

- **Vozík pro demontované kolo**

Tyto vozíky slouží k usnadnění údržby prováděné na demontovaném kole a taktéž k demontáži brzd. Zároveň eliminuje nutnost zvedání kola, pneumatiky, nebo brzdového kotouče. Vozík musí být v zásadě konstruován tak, aby nezasahoval do zvedáků draku.

Jedná se o výrobek s ručním hydraulickým čerpadlem, které ulehčuje vertikální zdvih. Zároveň je opatřen ručním šroubem, kterým lze korigovat náklon. Tento vozík je znázorněn na obr.4.10 , kde je vyveden v barvách Job air.



Obr.4.10 - Vozík pro demontované kolo.

Umístění všech těchto manipulačních přípravků není nutné řešit přímo na dílně pro opravy podvozků. Výhodnější bude skladovat tyto přípravky na vhodném místě plochy hangáru, kde budou vždy rychle k dispozici a zároveň nebudou ubírat prostor na údržbové dílně. I přes umístění mimo tuto dílnu je však nutné počítat s faktem, že při údržbě bude nutné tyto přípravky společně s podvozkovou nohou přemístit právě k místu určenému pro údržbu. Proto je nutné při rozvržení dílny brát toto v potaz, a rozvržením vnitřního vybavení, umožnit snadnou manipulaci s těmito přípravky.

3.3.3. Přípravky pro přístup k opravovaným dílům

Tyto přípravky jsou nutné k lepšímu přístupu při provádění prací na podvozku. Slouží při různých etapách oprav, až po přístup při finálních kontrolách na smontovaném stavu. Tyto přípravky by měli být základním vybavením každé údržbové organizace, jelikož jejich použití se nevztahuje pouze pro opravy prováděné na podvozcích a nemalou mírou zvyšují bezpečnost práce. Komplexně se mezi tyto přípravky řadí schody, žebříky a pracovní

plošiny. Ovšem s přihlédnutím k velikosti podvozku B-737 postačují k tomu to účelu pouze schody přiměřené výšky, jako jsou např. na obr.4.11.



Obr.4.11 - Schody k lepšímu přístupu k opravovaným dílům

Tyto schody již ve vybavení hangáru CEAM jsou a proto není nutné jejich umístění v navrhované dílně. I přesto je jejich stálá dostupnost důležitá a proto by měly být v hangáru v dostatečném počtu.

3.4. Ostatní speciální přípravky velkých rozměrů

Vzhledem k velkým rozměrům a značné hmotnosti těchto nutných speciálních přípravků, je vhodnější umístění těchto přípravků přímo na opravárenské dílně. Zamezí se tak zbytečnému přemísťování, které je vzhledem k výše uvedeným důvodům velice náročné. Je proto snaha umisťovat tyto velké přípravky na místo, které bude do budoucna výhodné vzhledem k prováděným pracím.

- **Systém testování pneumatik**

Skládá z testovací klece a počítačového zařízení pro testování pneumatik. Klec je dostupná ve dvou velikostech a to v klasické velikosti, nebo v tzv. duo verzi, která má k dispozici dva různé koncové tlaky. Právě tato dvojitá verze je již obsažena ve vybavení hangáru CEAM a to konkrétně KUNZ TTS pneumatik Test Systém (obr.4.12). Oba dva kovové rámy tohoto testovacího přípravku jsou přivařeny přesně na sebe tak, že nárazová vlna je snížena na pouhých 10 až 15% své původní síly.



Obr.4.12 - KUNZ TTS pneumatik Test Systém.

- **Univerzální stojan pro montáž a demontáž**

Tento stojan je také ve vybavení hangáru CEAM, konkrétně tedy typ KUNZ UAS Universal Assembly/Disassembly Stand (obr.4.13). Tento přípravek slouží k demontáži prováděné na podvozkovém kole. Je vybaven elektro- hydraulickým pohonem kladkostroje, což značně ulehčuje montážní či demontážní práce. Výrobek je také vybaven horním otočným světlem. Dle výrobce je potřeba po té k demontáži pouze jeden mechanik, což značně šetří čas i peníze za provedenou práci.

Obr.4.13 - KUNZ UAS Universal Assembly/Disassembly Stand.

→



K provádění montážních prací na tomto univerzálním stojanu je však navíc nutné vlastnit tzv. „KUNZ Wheel Adapter Rings,, který přímo udává výrobce firma KUNZ ve svých manuálech a odvíjí se vždy od konkrétního podvozku. Jde o adapter velmi vysoké rozměrové přesnosti, který je tak určený pro montáž a demontáž kola. Povrch základní desky je obrobený do 0,01mm stejně tak jako počítačem vrtané otvory s taktéž přesností 0,01mm. Maticové nástavce jsou přišroubovány místo navaření, což zajišťuje možnost vyměnění jakékoliv této části. Navíc jsou vyrobeny ze speciální oceli a jsou povrchově kalené pro dlouhou životnost.



Obr.4.14 - KUNZ Wheel Adapter Rings

Pro zpětnou montáž kola je ještě navíc potřeba KUNZ Rim Pull (obr.4.15) což je nástroj pro montáž šroubů a matic. Je vybaven hydraulickým válcem s nožní pumpou, který tak stahuje svorky (plates) směrem k sobě a tím umožní montáž šroubů a matic.



Obr.4.15 - KUNZ Rim Pull

- **Univerzální přípravek pro instalaci pneumatik.**

Firma CEAM disponuje konkrétním přípravkem KUNZ UBB Universal BeadBreaker. Jedná se o elektro-hydraulicky poháněný stroj, který se používá k radiálnímu vyrovnání pneumatiky při jejich nazutí. Jeho použití je velice rozmanité, jelikož je navržený pro různé velikosti pneumatik, bez použití jakéhokoliv adaptéru.



Obr.4.16 - KUNZ UBB Universal BeadBreaker

3.5. Ostatní vybavení dílny

3.5.1. Dílenský pracovní stůl

Dílenský pracovní stůl by měl být nedílnou součástí každé údržbové dílny. Požadavky pro použití jsou převážně v masivní konstrukci a vysoké nosnosti.

Jako optimální dílenský stůl je možné použít např. stůl od firmy Manutan (Obr.4.17). Tento profesionální stůl svařované konstrukce má nosnost až 1000 kg a je tak určen pro použití v nejnáročnějších podmínkách. Jeho výhodou je masivní buková deska o tloušťce 40mm a kontejnery a skříňka s cylindrickým zámkem.



Obr.4.17 - Dílenský stůl s logem firmy.

3.5.2. Nářaďové skříňky

Nářaďové skříňky slouží k uložení drobného nářadí, přípravků a montážních pomůcek, které nemusí být přímo uloženy v pojízdném nářaďovém vozíku. Stejně jako dílenský stůl, tak i tyto skříňky musí být kvalitního a masivního provedení.

Skříňka zobrazená na obr.4.18 je od firmy Manuntan a má tři výškově přestavitelné police o nosnosti 40 kg navíc je opatřena horní odkládací plochou s lemem proti pádu předmětů a gumová podložkou



Obr.4.18 - Nářaďová skříňka.

3.5.3. Dílenské skříně

Pro kvalitní a přehlednou organizaci všech prostředků menších rozměrů, potřebných pro údržbu, je umístění dílenských skříní nezbytné. Opět by měli splňovat požadavky na kvalitu provedení a stabilní a masivní konstrukci. Příklad takovéto skříně je opět od firmy Manutan (obr.4.19), která má robustní svařovanou konstrukci z ocelového plechu tl. 1 mm. Navíc je opatřena oblémy hranami dveří pro vyšší tuhost a odolnost. Skříň je opět uzamykatelná a její nosnost je dostatečných 60kg.

Obr.4.19 - Dílenská skříň.

→



3.5.4. Závěsné panely

Použití těchto panelů je velice rozmanité a pomáhají výrazně zvýšit přehlednost na pracovišti. Jejich výhodou je minimální požadovaný prostor a vysoká variabilita.

Opět použiji pro ilustraci výrobek firmy Manutan, který je vyroben z jakostního ocelového plechu, který je opatřen závěsy pro pověšení na stěnu (obr.4.20).



Obr.4.20 - Závěsný panel s logem Job air.

3.5.5. Paletizační přípravky

Paletizační prostředky jsou důležité pro šetrné a přehledné uskladnění demontovaných částí podvozku. Zároveň mohou sloužit k jejich přepravě, defektaci, doplnění nebo odběru nových částí ve skladech, kontrole a tím vším v konečném důsledku ke komplexní přípravě pro montáž. Každý paletizační prvek musí být označen číslem konkrétního letadla a zároveň všechny v něm uložené součásti musí být důsledně popsány pomocí štítků, které jsou zavěšeny na každé demontované části. Zamezuje se tak následnému chaosu při zpětné montáži těchto částí.

Na paletizační regály se tak dají uložit např. táhla, čepy, šrouby apod. Navíc mohou být opatřeny plastovými boxy pro lepší přehlednost. Regál tohoto typu snese zatížení až 600 kg.



Obr.4.21 - Paletizační přípravek

→

3.6. Rozložení na pracovišti

Při navrhování zázemí pro opravu podvozků je nutné se v zásadě řídit příslušných právních předpisů Part 145, příloha II nařízení Komise (ES) č. 2042/2003 ze dne 20. listopadu 2003. Tato část stanovuje požadavky, které musí být organizací splněny, aby měla nárok na vydání nebo pokračování oprávnění k údržbě letadel a komponentů.

Žádost o vydání nebo změnu oprávnění musí být podána příslušnému orgánu ve formě a způsobem stanovené tímto orgánem. Organizace musí specifikovat rozsah práce pro schválení ve svém výkladu (dodatek II k této části obsahuje tabulku všech tříd a hodnocení).

Organizace provádějící údržbu letadlových celků tak musí zajistit:

- Prostory musí být vhodné pro všechny plánované práce, zejména musí zajistit ochranu před vlivy počasí. Specializované dílny a prostory jsou vhodně odděleny tak, aby zajistily, šetrnost k životnímu a pracovnímu prostředí.
- Pro údržbu letadlových celků jako jsou právě podvozky, musí být zajištěn dostatečně velký prostor pro umístění komponentů při plánované údržbě.
- Teplota musí být udržována tak, aby personál mohl provádět požadované úkoly bez omezení pohodlí
- Prach a jiné znečištění vzduchu musí být omezeno na minimum. Nesmí být dovoleno, aby úroveň znečištění dosáhla viditelné oblasti na povrchu součástí.
- Osvětlení musí být zajištěno takové, aby zajistilo, že každý úkol údržby může být provedena efektivním způsobem
- Intenzita hluku nesmí rozptylovat personál od provádění inspekce. Tam, kde nelze zabránit tomuto zdroji hluku, musí být těmto zaměstnancům poskytnuto potřebné vybavení, aby se zabránilo přílišnému hluku způsobujícím rozptylování během inspekce
- Musí být zajištěny bezpečné skladovací prostory pro letadlové celky, zařízení, nářadí a materiál. Skladovací podmínky musí zajišťovat oddělení provozuschopných komponentů a materiálů od opotřebovaných letadlových celků, materiálů, vybavení a nástrojů. Skladovací podmínky musí být v souladu s pokyny výrobce, aby se zabránilo poškození skladovaných položek. Přístup ke skladovacím zařízením, musí být omezen pouze na oprávněný personál.

Také je třeba se řídit platnou vyhláškou Českého úřadu bezpečnosti práce, která by měla být taktéž výchozím dokumentem při každém navrhování pracoviště.

Podle českého zákoníku práce (Část 5, hlava 1, § 102), je totiž zaměstnavatel nucen provádění technických, organizačních a jiných opatření k prevenci rizik vycházejících ze všeobecných preventivních zásad, kterými se rozumí:

- omezování vzniku rizik.
- odstraňování rizik u zdroje jejich původu.
- přizpůsobování pracovních podmínek potřebám zaměstnanců s cílem omezení působení negativních vlivů práce na jejich zdraví.
- nahrazování fyzicky namáhavých prací novými technologickými a pracovními postupy.
- nahrazování nebezpečných technologií, výrobních a pracovních prostředků, surovin a materiálů méně nebezpečnými nebo méně rizikovými, v souladu s vývojem nejnovějších poznatků vědy a techniky.
- omezování počtu zaměstnanců vystavených působení rizikových faktorů pracovních podmínek překračujících nejvyšší hygienické limity a dalších rizik na nejnižší počet nutný pro zajištění provozu.
- plánování při provádění prevence rizik s využitím techniky, organizace práce, pracovních podmínek, sociálních vztahů a vlivu pracovního prostředí.
- přednostní uplatňování prostředků kolektivní ochrany před riziky oproti prostředkům individuální ochrany.
- provádění opatření směřujících k omezování úniku škodlivin ze strojů a zařízení.
- udílení vhodných pokynů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.



Obr.4.22 – Současné pracovní zázemí v hangáru CEAM

Zároveň se při navrhování zázemí pro opravy podvozků budu řídit všeobecně platnými zásadami pro navrhování technologických zázemí, které zajistí dostatečnou efektivitu práce. Účelná a správná organizace pracoviště je jednou z důležitých podmínek efektivitu práce. Tu lze zajistit správným rozmístěním zařízení, nejvýhodnějším rozložením náradí a součástí na pracovišti.

Předměty na pracovišti je proto výhodné umísťovat podle sledu jejich použití a díly, přípravky a náradí, které se budou používat nejčastěji umísťovat co nejbližší k sobě.

Ve výsledném pracovišti na hangáru CEAM je nutné brát v úvahu taktéž hygienické předpisy českého ministerstva zdravotnictví a platnou českou státní normu, které ustanovují přepisy k zajištění řádného vytápění, osvětlení a větrání pracoviště tohoto typu.

Konkrétní návrh rozložení na pracovišti v hangáru CEAM

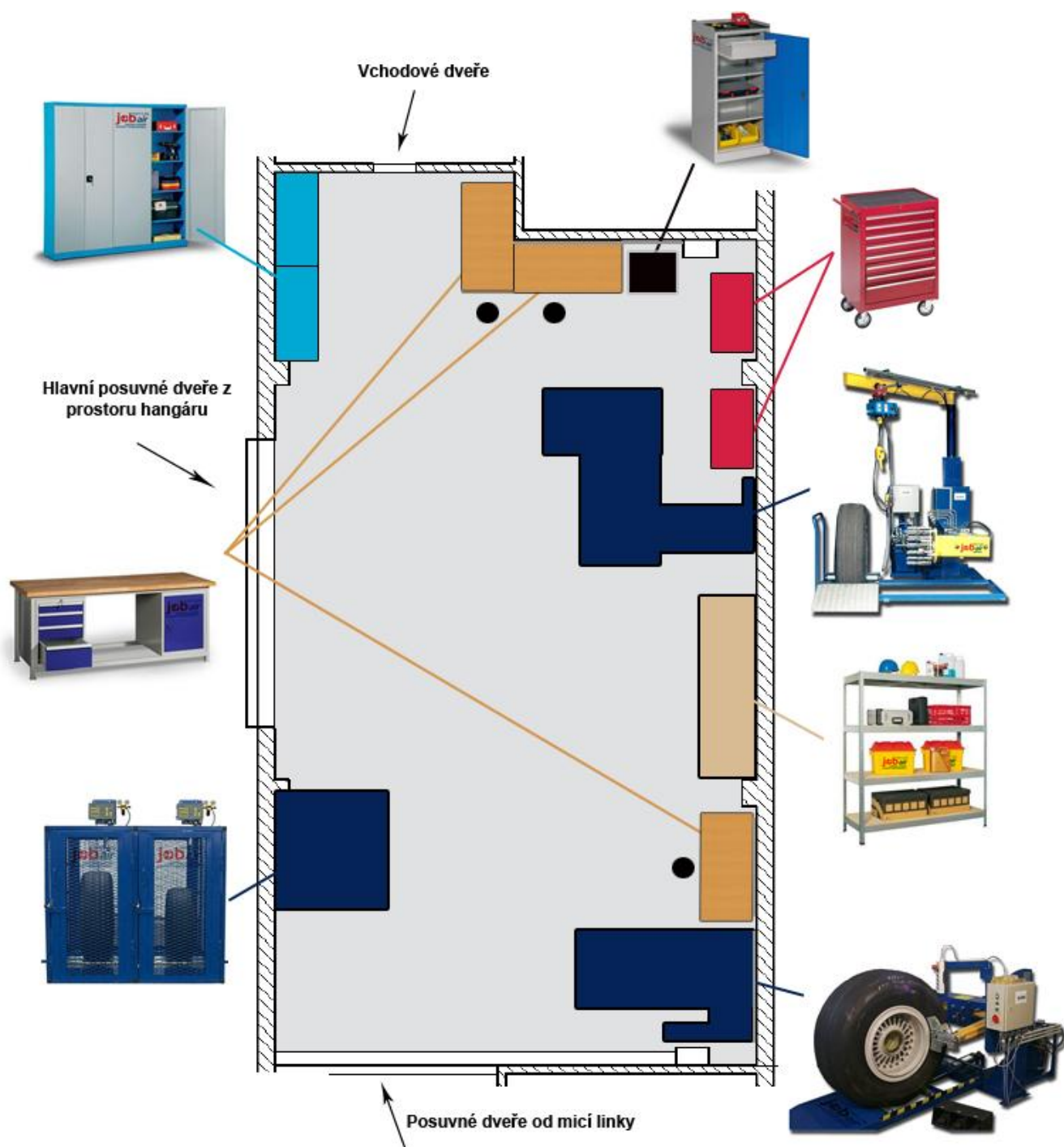
Při navrhování rozložení jsem bral převážně v úvahu nutnost dostatečně velkého prostoru při provádění údržbě, což je základním prvkem efektivitu a kvalitu prováděné práce. Jelikož prostor vyhrazený v novém hangáru firmy CEAM není příliš rozlehlý, je nutno přizpůsobit i obsáhlost vybavení a přípravků, které tak musí v konečném důsledku stále zajistit dostatečný prostor v navrhované dílně. Z toho důvodu není možné v této dílně umístit všechno potřebné vybavení, nýbrž jen to nejzákladnější a převážně stacionární, bez možnosti snadného přemístění. Proto např. přípravky pro ustavení letounu, či demontáž podvozkové nohy MLG je vhodné umístit na ploše hangáru, čímž se ušetří prostor v údržbové dílně.

V navrhované dílně tak budou umístěny pouze přípravky KUNZ UBB Universal BeadBreaker, KUNZ UAS Universal Assembly/Disassembly Stand a KUNZ TTS pneumatik Test Systém, které jsou při údržbě k dispozici. Navíc pokud by byly umístěny na ploše hangáru namísto tohoto umístění ve zvláštní místnosti, byly by zbytečně hlukově obtěžovány ostatní mechanici v hangáru, což přímo zmiňuje norma z Part-145 .

Jako vybavení dílny pro usnadnění prováděných prací, pak mohou být tři dílenské stoly opatřené závěsnými panely, jedna dílenská skříňka, a dvojice pojízdných dílenských vozíků. Zároveň by zde neměla chybět min. dvojice dílenských skříní a jeden paletizační prvek.

Rozmístění tohoto vybavení je navrženo s ohledem na předem definované normy a obecné zásady vedoucí k dostatečně velké efektivitě práce v této navržené dílně.

Celkový konkrétní návrh na rozmístění je znázorněn na obr.4.23.



Obr.4.23 - Návrh na rozmístění vybavení, v dílně pro opravy podvozků hangáru CEAM

4 Technologické postupy oprav podvozku

4.1. Zásady technologického postupu

Technologický postup je důležitým podkladem, podle kterého lze kdykoliv vyrobit novou součást, opravit, smontovat nebo přezkoušet letadlový celek, či celý výrobek. V zásadě by měl mít technologický postup tuto obecnou strukturu:

- Název a číslo postupu
- Číslo operace
- Třída práce
- Popis práce
- Nářadí, přípravek, mechanizační prostředek
- Seznam pomocných materiálů
- Norma času
- Zpracoval, kontroloval, schválil, datum

Technologické postupy pro opravy se dají rozdělit na čtyři základní skupiny a to:

- a) Demontáž**
- b) Oprava**
- c) Montáž**
- d) Kontrola**

- **Demontáž**

Demontáží rozumíme rozebrání výrobku (např. podvozkové nohy, brzdy apod.) na menší skupiny nebo jednotlivé díly soustavy k provedení určitého pracovního postupu (defektace, změření rozměrů oprava atd.) Právě demontáž má největší vliv na produktivitu opravárenských prací.

Při demontáži, stejně tak jako u ostatních prováděných prací, je nutné vyvarovat se používání nesprávného a poškozeného nářadí a přípravků, nebo porušování a nedodržování technologických postupů. To ve většině případů způsobuje velké materiální škody, které dále vyvolají nutnost provedení dalších nákladných doplňkových opravárenských prací.

Aby tak během demontáže jednotlivých částí nedocházelo k poškození demontovaných součástí, ke vnikání nečistot do jejich vnitřních prostorů a aby byla co nejvíce usnadněna zpětná montáž, je nutné dodržovat tyto všeobecné zásady demontáže:

- a) Zrušit pracovní tlak a vypustit pracovní kapaliny ze soustav.
- b) Odjišťování spojů je nutné provádět v celém prostoru najednou, aby nemohlo dojít k zapadnutí zbytků zajištění do vnitřních prostorů nebo vedení soustav.
- c) Po odpojení vedení (hadice a potrubí) volná hrdla přístrojů a šroubení, jako i koncovky vedení ihned zaslepit předepsanými záslepkami. Ty bývají převážně kovové, pryžové, nebo z umělých hmot. Nešroubové záslepky je nutné upevnit k hrdlům vázacím drátem.
- d) Při demontáži je nutné používat pouze nářadí a přípravky předepsané výrobcem.
- e) Při demontáži přesuvných matic potrubí a hadic zajišťovat hrdla šroubení a přístrojů proti pootočení.
- f) Na přístroje a celky demontované z letadla se upevňují vyplněné papírové štítky s číslem letadla (obr.5.1) a dále se ukládají na určený paletizační prvek



Obr.5.1 - Štítky pro vyřazené ↑ a
← dočasně demontované díly

5.2 Příklady technologických postupů

Příkladem technologického postupu pro demontáž může být např. demontáž centrálního krytu hlavního podvozku. Tento technologický postup je rozdělen na čtyři body (GENERAL, REFERENCES, LOCATION ZONES, PREPARE FOR THE REMOVAL a MAIN LANDING GEAR CENTER DOOR REMOVAL) které blíže specifikují danou problematiku. Jak je vidět na přiloženém dokumentu část GENERAL nám popisuje o kterou konkrétní práci se jedná,

tedy že budeme demontovat centrální část podvozkového krytu. REFERENCES nás upozorňuje na použití downlock pinu a LOCATION ZONES nám blíže uvádí lokaci prováděné údržby. Předposlední bod PREPARE FOR THE REMOVAL se zabývá přípravou před demontáží a poslední bod MAIN LANDING GEAR CENTER DOOR REMOVAL již popisuje samotnou demontáž. Hlavička tohoto postupu je na obr.5.2.

A. General

(1) This task provides instructions to remove the center door.

B. References

Reference	Title
32-00-01-480-801	Landing Gear Downlock Pins Installation (P/B 201)

C. Location Zones

Zone	Area
133	Main Landing Gear Wheel Well, Body Station 663.75 to Body Station 727.00 - Left
134	Main Landing Gear Wheel Well, Body Station 663.75 to Body Station 727.00 - Right
732	Left Main Landing Gear - Center Door
733	Left Main Landing Gear - Inboard Door
734	Left Main Landing Gear
742	Right Main Landing Gear - Center Door
743	Right Main Landing Gear - Inboard Door
744	Right Main Landing Gear

D. Prepare for the Removal

Obr.5.2 - Hlavička TASKu 32-13-11-000-802

Jak tedy uvádí technologický postup TASK 32-13-11-000-802 je nutné před samotnou demontáží provést tyto úkony:

- a) Zkontrolovat instalaci downlock pinů na hlavním podvozku. Pokud nejsou instalovány je nutné se obrátit na task: LANDING GEAR DOWNLOCK PINS INSTALLATION, TASK 32-00-01-480-801 , který tuto instalaci popisuje.
- b) Použít blokovací klíny na všech kolech podvozku.

Použití dowlock pinů je nutné, jelikož může dojít k zatažení podvozku a tím k vážnému zranění mechanika provádějící demontáž.

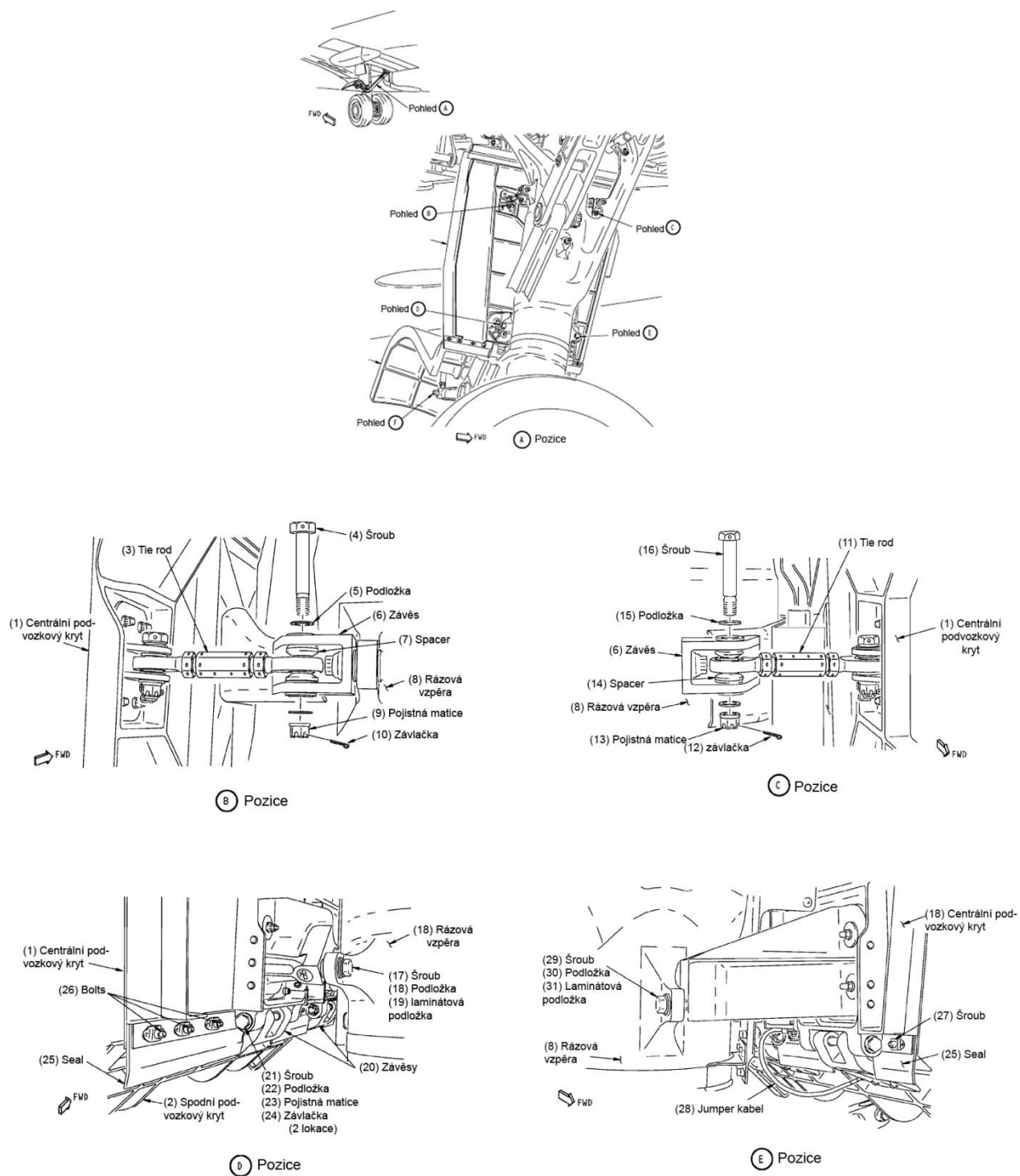
Při samotné demontáži je pak postup následující:

- a) Odpojení Jumper kabelu (28) od centrálního podvozkového krytu (1)
- b) Demontovat závlačku (10), závlačku (12), pojistné matice (9,13), spacers (7,14), těsnění (5,15) a šrouby (4,16). Dále je nutné odpojit tzv. tie rods (3,11) z rázové vzpěry (8)
- c) Dále je nutné provést tyto kroky k odstranění antirotační svorky.
 - a. Demontovat pojistnou matici (56), šroub (53) a těsnění (54,55)
 - b. Demontovat antirotační svorku (51)
 - c. Demontovat šroub (63), těsnění (64,65) a závlačku (66)
 - d. Demontovat svorku (60), spacer (61) a podložku (62)
- d) Demontovat šrouby (17, 29), těsnění (18,30) a laminátové těsnění (19,31). Dále pak odpojit centrální kryt podvozku (1) od rázové vzpěry (8)
- e) Demontovat antirotační svorku (52)
- f) Demontovat závlačku (24), pojistnou matici (23), těsnění (22) a šroub (21) z předního a zadního závěsu a odpojit centrální kryt podvozku od spodního podvozkového krytu.

Pokud je to nutné, je možné demontovat i šrouby (26,27) a stlačit seal (25) mírně do spodní pozice pro snadné vyjmutí těchto šroubů.
- g) Provést konečnou demontáž z letounu.



Obr.5.3 - Demontovaný kryt MLG podvozku



Obr.5.4 - Detailní grafický popis pro demontáž centrálního podvozkového krytu MLG

- **Oprava**

Během provozu podvozku vznikají na jeho součástech vady a poruchy. K zamezení rozšíření nebezpečných jevů a k odstranění vzniklých poruch jsou nezbytně nutná odpovídající organizační a technická opatření předepsaná výrobcem, tedy v tomto případě Boeing.

V průběhu provozu podvozku je nutné provedení různých oprav (podle určení a podle rozsahu prací), jež se určují podle charakteru vznikajících poškození a podle míry opotřebení. Přičemž způsob oprav, charakter a míru únosného opotřebení vždy udává výrobce.

Předpis L6/II přímo definuje opravu jako obnovu výrobku letadlové techniky do stavu letové způsobilosti, který zajišťuje, že dané letadlo vyhovuje navrhovaným hlediskům příslušných požadavků letové způsobilosti na jeho konstrukci, použitých pro vydání typového osvědčení příslušného typu letadla poté, co byl výrobek letadlové techniky poškozen nebo opotřeben.

Příkladem opravy je technologický postup pro prevenci proti vzniku koroze na podvozku B-737 a jeho oprava.

- a) Je nutné provést inspekci, aby bylo možné předejít nebo nalézt vznikající korozi. Bílý prach nebo další sedimenty jsou znamením vznikající koroze.
- b) Po té co je provedeno vyčištění této vznikající koroze, je nutné se ujistit, zda povrchová úprava zůstala neporušená.
- c) Pokud je nalezena nebezpečná koroze jako je např. koroze nýtů nebo dutin, je nutné odkázat se na SRM 51- 10- 02 kde jsou uvedeny detaily pro odstranění takovéto koroze.
- d) Při nálezu velmi malé koroze, lze použít inhibiční sloučeniny do postižené oblasti, která zapříčiní zamezení dalšího rozšíření koroze. Opravu koroze lze po té provést při dalším plánu údržby.

Provádění prevence

- a) Ošetření podvozku proti korozi se provádí vždy v co nejkratší možné době v souladu s konáním plánované údržby.

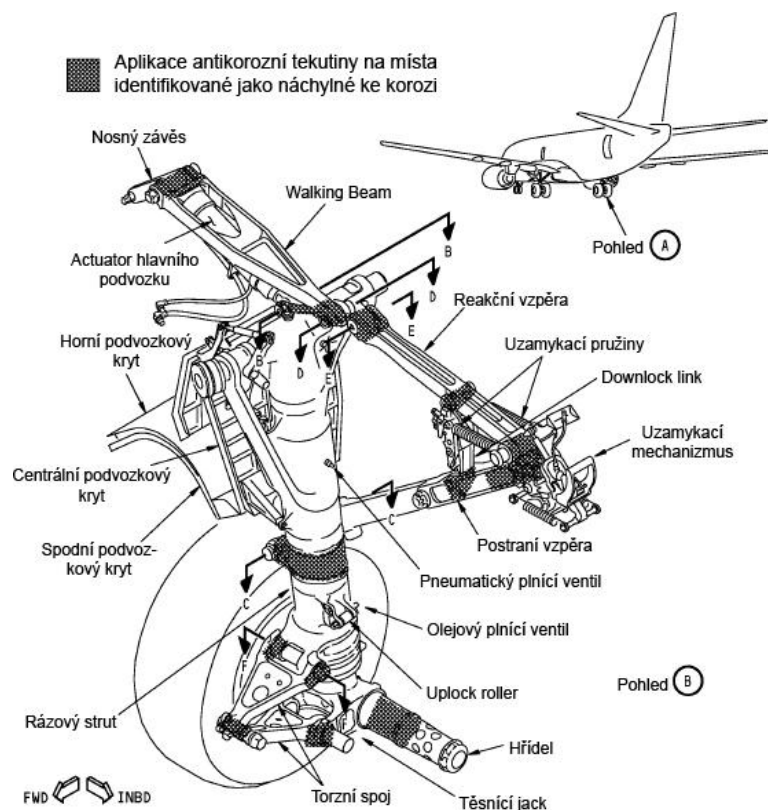
Je nutné nepoužívat antikorozi tekutinu, tam kde jsou maziva kloubových spojení nebo na zapečetěná ložiska. Tato sloučenina rozpouští maziva, použité v těchto částech podvozku.

- b) Při použití antikorozi tekutiny je nutné odmaštění kování v místě aplikace.

- c) Pokud bylo dané místo očištěno párou, vodou pod vysokým tlakem, nebo saponátem, je nutné provedení opětovné aplikace antikorozní tekutiny.
- d) Rázové vzpěry (Shock Struts) : Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze. Po té se touto tekutinou provede nástřik ostatních částí, jako jsou úchyty, oka a piny.
- e) Hřídele (Axles): Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze. Po té se provede ochrana elektrických vodičů a konektorů a provede se nástřik vnitřních ploch hřídele.
- f) Postraní vzpěry (Side Struts) Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze v horní i spodní postraní vzpěře. Po té se touto tekutinou provede nástřik ostatních částí jako jsou úchyty, oka a piny.
- g) Odporová vzpěra (Drag Strut) Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze.
- h) Walking Beam: Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze v horní i spodní postraní vzpěře. Po té se touto tekutinou provede nástřik ostatních částí jako jsou úchyty, oka a piny.
- i) Torzní spoj (Torsion Links): Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze v horní i spodní postraní vzpěře. Po té se touto tekutinou provede nástřik ostatních částí jako jsou úchyty, oka a piny.
- j) Spoj radiálního čepu (Trunnion Link) : Nejprve je nutné aplikovat antikorozní tekutinu v místě odstraněné koroze v horní i spodní postraní vzpěře. Po té se touto tekutinou provede nástřik ostatních částí jako jsou úchyty, oka a piny.
- k) Radiální čep (Trunnion): Radiální čep by měl být ošetřený a zároveň by měla být ošetřena i zadní hrana kování
- l) Závěsy krytů podvozku (Door Hinges): Nejprve je nutné odstranit nečistoty ze zahlučených oblastí krytů. Po té se aplikuje antikorozní tekutina na místo odstraněné koroze a na všechny závěsné kování. Po té je nutné opětovné namazání závěsných kování.
- m) Ostatní: Úchyty, oka, piny, akční členy, zamykací mechanismy a další výše uvedené součásti je taktéž nutné nástříkat antikorozní tekutinou.
- n) Instalace mylarových pásek pod nerezavějící oceli, se provádí k minimalizaci rizika galvanické koroze.

Periodická inspekce je požadovaná, aby oblasti, které jsou identifikované jako náchylné ke korozi (obr.5.5) byly ošetřovány podle postupů uvedených v Maintenance Planningu

Documentu. Provozovatel si po té tak musí být vědom všech ohlášených problémů a oblastí výskytů koroze.



Obr.5.5 - Místa na MLG, definovaná jako náchylná ke korozi

• Montáž

Po skončení opravy jednotlivých dílů a skupin, odstranění jakéhokoli poškození a jejich očištění se součásti sestavují v konečný celek. Montáž výrobku se rozděluje na montáž skupin, letadlových celků a celkovou konečnou montáž. Montážní a seřizovací práce mají předepsaný rozsah a sled pro každý typ součásti, které jsou opět udávány přímo výrobcem v rámci technologického postupu pro konkrétní montáž.

Každý montážní systém je možné popsat určitým prostorovým a časovým uspořádáním, tzn. Rozdělením montáže z hlediska časové a technologické návaznosti. Toto uspořádání montáží vychází ze složitosti, velikosti a množství montovaných výrobků a je dáno určitou technikou a organizační formou.

Příkladem montáže může být např. instalace senzoru opotřebení brzd, kterou popisuje TASK 32-46-21-400-801. Opět je technologický postup rozdělen na několik základních bodů, které jsou víceméně stejné jako u technologických postupů pro demontáže. Konkrétní rozdělení technologického postupu pro instalaci indikátoru opotřebení brzd je vidět v hlavičce TASKu 32-46-21-400-801(obr.5.6).

TASK 32-46-21-400-801

Brake Temperature Sensor Installation

(Figure 401)

A. References

Reference	Title
32-46-00-740-801	Brake Temperature Monitoring System (BTMS) - BITE Test (P/B 501)

B. Location Zones

Zone	Area
117	Electrical and Electronics Compartment - Left
212	Flight Compartment - Right

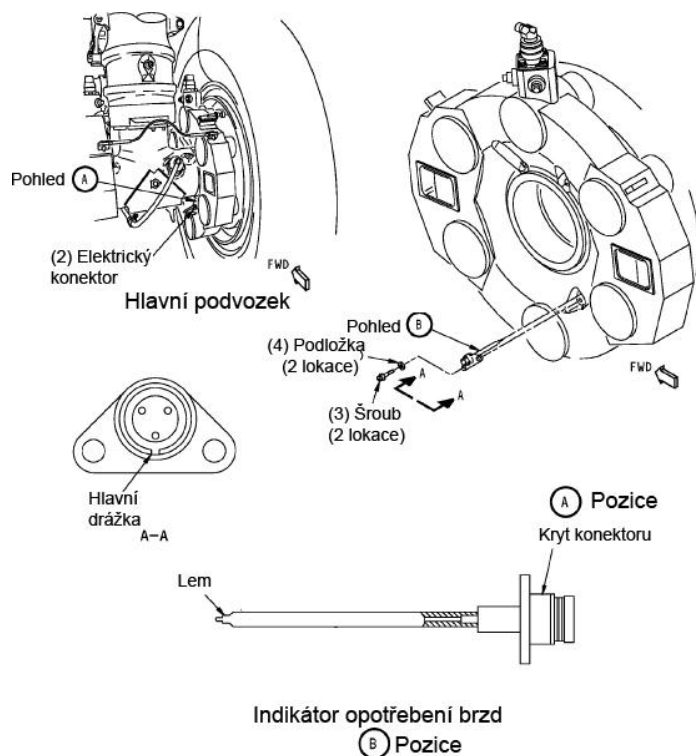
C. Brake Temperature Sensor Installation

Obr.5.6 - Hlavička TASKu 32-46-21-400-801

Postup pro montáž indikátoru je následující:

- Montáž senzoru (1) do jeho pozice v brzdě
- Montáž šroubů (3) a podložek (4), které drží indikátor (1) v brzdě.
- Montáž zámku
- Připojení elektrického konektoru (2) do indikátoru (1)
- Postupovat podle TASK: Brake Temperature Monitoring System (BTMS) - BITE Test, TASK 32-46-00-740-801.

*Obr.5.7 – Demontáž
indikátoru
opotřebení brzd.*



- **Kontrola**

Při údržbě na B-737 se provádějí při kontrole tyto základní úkony a inspekce:

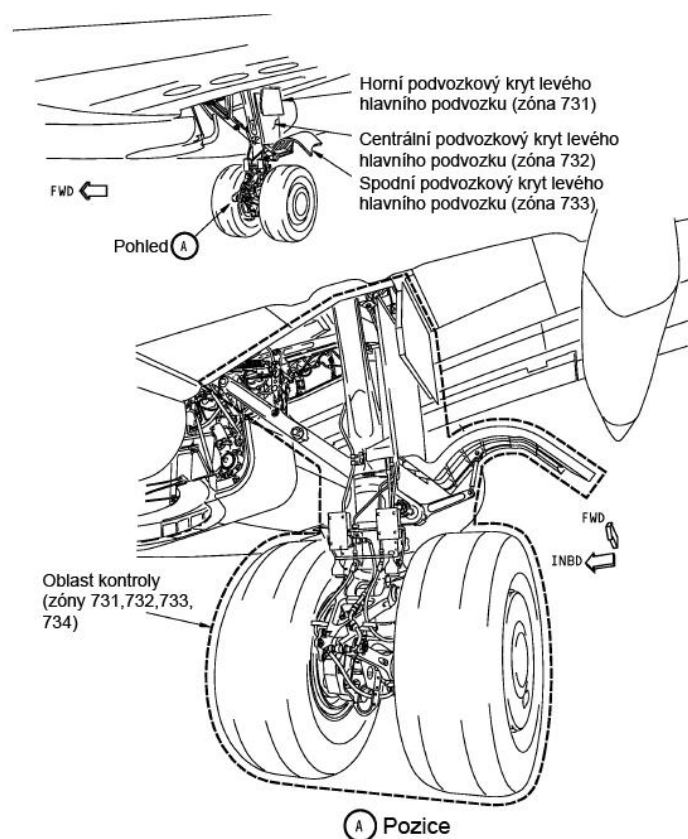
- **ACT (Anti Corrosion Treatment)** Jedná se o antikorozi kontrolu, při které se používají prostředky které jsou popsány v Aircraft Maintenance Manual.
- **CHK (Check for condition)** Jedná se o kontrolu stavu na jeho další provozní kapacitu.
- **CHG (Change - for fluid)** Výměna kapalin použitých v systémech letounu.
- **CIC (Corrosion Inhibiting Compound)** Antikorozi kontrola
- **CLN (Clean)** Úkolem této kontroly je vyčistit komponenty nebo jejich části podle standardních postupů a přiměřeným způsobem.
- **CPCP (Corrosion Prevention and Control Program)** Prevence před korozi, které dale blíže popisuje MAI 59-00-00
- **FPI / FPT (Fluorescent Penetrant Inspection/Test Fluorescent)** Kapilární kontrola
- **FUC (Functional Check)** Kontrola správné funkce.
- **GVC (General Visual Check)** Tzv. Generální vizuální kontrola. Tato vizuální kontrola zahrnuje veškeré elektroinstalace, hydraulické trubky, pneumatické potrubí, součásti a příslušenství, držáky apod.
- **GVCE (General Visual Check External - structures only)** Externí vizuální generální kontrola konstrukce. Provádí se přímo na zastavěných částech letounu bez jejich demontáže.
- **GVCi (General Visual Check Internal - structures only)** Vnitřní vizuální obecná kontrola konstrukce.
- **HFEC (High Frequency Eddy Current Inspection)** Tato inspekce je blíže popsána v NDT manuálu D6-37239 part 6.
- **LFEC (Low Frequency Eddy Current Inspection)** Tato inspekce je blíže popsána v NDT manuálu D6-37239 part 6.
- **LUB (Lubrication)** Provádění mazání za účelem zachování přirozené provozuschopnosti.
- **OPC (Operational Check)** Provozní kontrola, při které je nutné rozhodnout o další provozuschopnosti kontrolovaného systému.
- **SPC (Special Check)** Speciální kontrola, která se svým charakterem nelze zařadit mezi jiné definované kontroly. Obsah těchto speciálních kontrol je blíže popsán v Aircraft Maintenance Manual.
- **TVC (Thorough Visual Check)** Důkladná vizuální kontrola, která se týká těchto inspekci:

- Správné připojení, bezpečnost elektroinstalace, závlačky, uvolněné nebo chybějící spoje, volná vodovodní nebo elektrické připojení nebo propojení.
- Poškození, praskliny, vrásky, promáčknutí, škrábance, boule, tření, tření, přítomnost tekutiny a úniku vzduchu, opotřebení, koroze, čistota a celkový vzhled.
- **TVCE (Thorough Visual Check External - structures only)** Důkladná vizuální kontrola vnější konstrukce. Tato vnější kontrola je zaměřena na vnější vady jako například vrypy, vyboulení, uvolněné nebo chybějící spojovací prostředky, apod. Je-li zjištěn takovýto nálezk, je nutné provést důkladné a rozsáhlé kontroly na vnitřní konstrukci (TVCI)
- **TVCI (Thorough Visual Check Internal -structures only).** Důkladná vizuální kontrola vnitřní konstrukce.
- **UTI (Ultrasonic Inspection)** Ultrazvuková kontrola. Její použití a správné provedení je popsáno v NDT manuálu D6-37239 part 4.
- **XRAY (X-Ray Inspection)** Tzv. X-Ray kontrola která je blíže popsána v NDT manualu D6-37239 part 2.
- **WAC (Walk Around Check)** Jedná se o základní kontrolní prohlídku která se provádí obchůzkou kolem letounu.



Obr.5.8- Konkrétní nálezy při provádění kontroly podvozku A-310

Příkladem kontroly prováděné na podvozku B-737 je například TASK 05-41-07-210-802 popisující pravidelnou plánovanou kontrolu hlavního podvozku. Součástí takového technologického postupu kontroly, je přesné definování zóny kontroly, která je označena jak číselně (Podvozek je souhrně označován jako zóna 700) tak i graficky (obr.5.9)



Obr.5.9 – Zóna 700.

Dalšími konkrétními požadavky a normami kontroly se zabývá např. TASK 32-45-00-700-803 (obr.5.10), který přesně definuje kroky při kontrole pneumatik. Jak je vidět na přiložené ukázce z tohoto TASKu, popisuje kontrolu jak hlavního (zóny 734,744), tak i předního podvozku (zóna 713).

TASK 32-45-00-700-803

4. Tires Inspection

A. General

(1) This procedure is a scheduled maintenance task.

B. References

Reference	Title
12-15-51-780-801	Landing Gear Tire Pressure Check and Tire Servicing (P/B 301)
32-00-01-480-801	Landing Gear Downlock Pins Installation (P/B 201)

C. Location Zones

Zone	Area
713	Nose Landing Gear
734	Left Main Landing Gear
744	Right Main Landing Gear

D. Procedure

Obr.5.10 – Hlavička TASKu 32-45-00-700-803

Tento TASK opět upozorňuje na nutnost použití DOWNLOCK pinu. Pokud by totiž nebyl použit, mohlo by dojít ke zranění, nebo poškození vybavení, což již bylo popsáno u demontáže centrálního podvozkového krytu. Zároveň nás opět odkazuje na příslušný TASK, který popisuje instalaci tohoto downlock pinu.

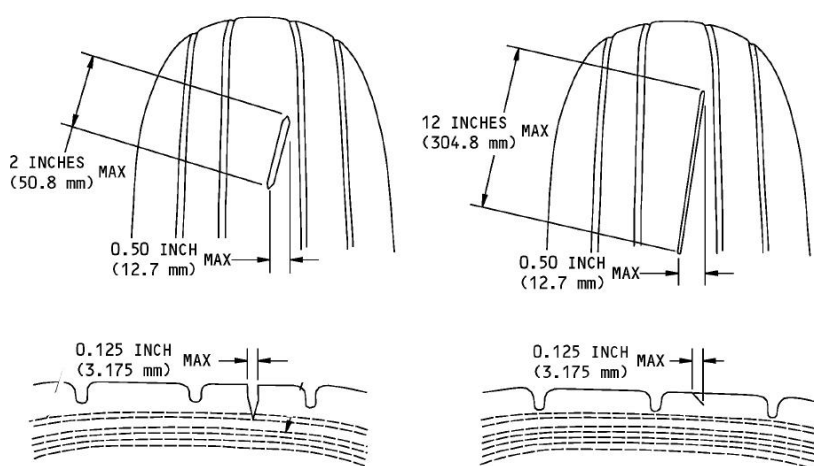
Při kontrole pneumatik je tak nutné provést tyto základní kroky:

- a) Kontrola pneumatiky na unikání vzduchu, opotřebení, neobvyklé jevy, zářezi a ploché body.
- b) Kontrola pneumatiky na přítomnost kontaminujících látek

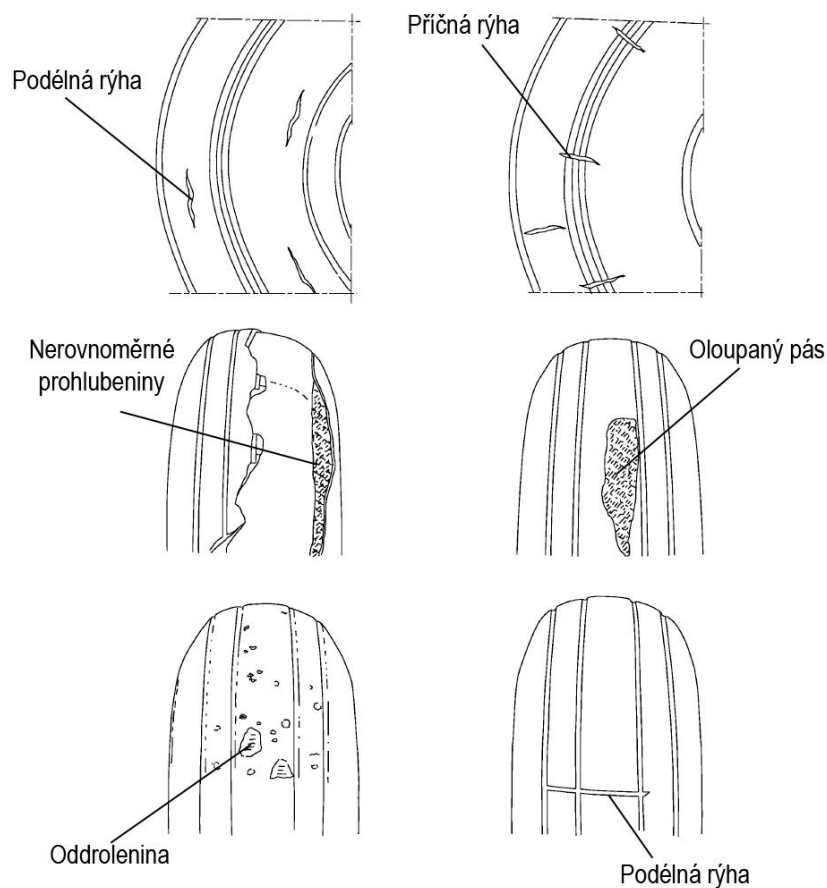
Před započítím kontroly je nutné taktéž provést tyto kroky, které definuje SUBTASK 32-45-00-220-003.

- a) Očištění pneumatik od kontaminujících látek jako jsou oleje, paliva, hydraulické oleje, letecké čistící prostředky a tuky.
- b) Omytí pneumatiky mýdlovou vodou.
- c) Pneumatika by měla být odstraněna ze služby, jakmile se povrch pneumatiky jeví jako měkký, porézní, nebo jsou patrné výdutě.

Dále jsou v tomto SUBTASKu popsány konkrétní postupy kontroly a normy provozuschopnosti pneumatiky dané výrobcem. Jako příklad takovéto normy je požadavek maximální průměrné hloubky vrypů, nebo jejich četnost. Tyto přepisy jsou vždy graficky definovány pro lepší přehlednost (obr.5.11 a 5.12)



Obr.5.11 - Max. dovolená hloubka vrypů.

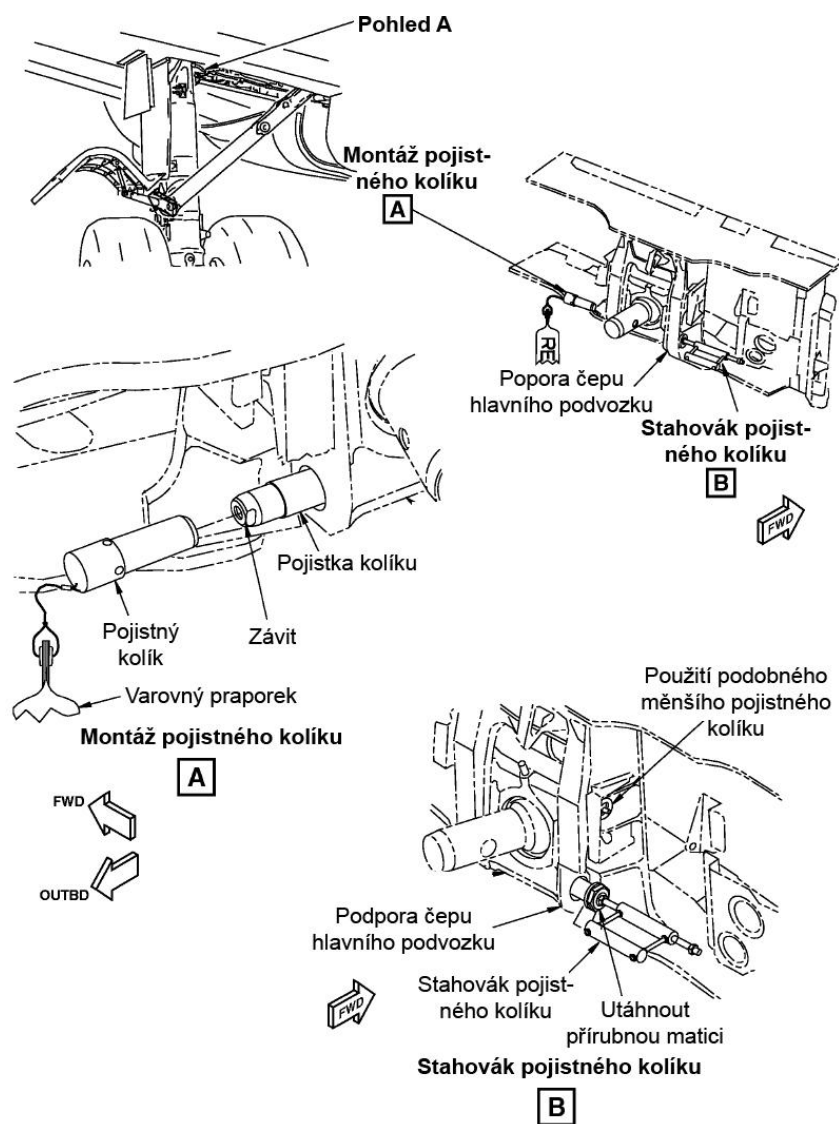


Obr.5.12 - Příklady druhů poškození

Další samostatnou kapitolou, která se týká technologických postupů je tzv. manuál pro používání nářadí a přípravků. Jak již bylo v úvodu práce zmíněno je snahou výrobce a údržbového centra zajistit co nejvyšší kvalitu prováděných prací na letounu. Z toho důvodu firma Boeing vydává k samotným AMM i tzv. ITEM, což jsou právě manuály týkající se nářadí a přípravků.

V tomto manuálu je tak vždy uvedeno konkrétní označení daného přípravku a jeho základní popis, jako je váha, rozměry a hlavně informace pro jaký typ letounu se používá. Zároveň je vždy tento přípravek znázorněn graficky a popsány jeho jednotlivé části. V závěru tohoto manuálu je celkový grafický náčrtek použití přípravku v několika pohledech.

Pro konkrétní příklad takového grafického manuálu jsem vybral stahovák pojistného kolíku C32015 (obr.5.13 a 4.4), který jsem již v této práci uvedl jako nutný pro navrhovanou dílnu. Bližší popis tohoto přípravku již není nutný, jelikož již byl v práci popsán (viz kapitola 4.2.3).



Obr.5.11 – Použití stahováku pojistného kolíku C32015

5 Závěr a ekonomické zhodnocení

Vzhledem k faktu, že zájem o letecká opravárenská centra v Evropě rapidně vzrůstá, je zřízení dílny pro opravu podvozků na hangáru CEAM do budoucna přínosné. Je totiž všeobecně známo, že přetlak poptávky po letecké údržbě je dán mimo jiné tím, že letecké společnosti jsou nuceny vzhledem k velkému konkurenčnímu prostředí snižovat ceny letenek a tím pádem přenechávají údržbu a opravy letadel externím firmám typu Job-air. Tato filozofie je rozšířena především u nízkonákladových aerolinek, které čím dál více konkurují velkým dopravcům. I přes fakt, že tento rozvíjející trend nemalou mírou negativně ovlivnila finanční krize, je stále v Evropě nedostatek servisních středisek a proto čekací doby v pořadnících se neustále prodlužují.

Z tohoto důvodu je pro servisní organizaci výhodné, nabízet širokou škálu služeb a oprávněných prací na letounu, jako je právě údržba podvozku. Letecké firmy si proto velice hlídají ekonomickou výhodnost jednotlivých údržbových středisek a tak je ekonomická návratnost při zřízení podvozkové dílny relativně vysoká. Pokud by se tyto opravy na hangáru neprováděli, měl by tento fakt, v konečném důsledku vliv na počet nasmlouvaných společností pro údržbu. Další možností jak tyto práce provádět je využití externích firem jako je např. ČSA. Výhodnost tohoto řešení je však z dlouhodobého hlediska velice nízká, jelikož by zde nastávaly problémy z dopravou podvozku a s tím spojeným časem celkové údržby. Nemluvně o konečné celkové ceně takovéto opravy při využití externího centra.

Při samotném zřízení dílny je tak velice výhodná znalost nejčastějších poruch, které byly v práci zmíněny. Lze poté zařídit dílnu převážně přípravky a nářadím, které jsou nejčastěji používány a tím zlepšit celkovou přehlednost a funkčnost navrhované dílny. Takto vybavená dílna pak nemalou mírou pozitivně ovlivňuje pracovní pohodu na pracovišti a s tím spojenou údržbu. Zároveň lze vyvodit z těchto častých oprav prostředky pro kvalitní logistický systém. Při předvídatelných závadách tak lze sklady vybavit právě těmi součástmi, které jsou často potřeba. V případě podvozku by se tak mělo jednat převážně o často poničená pouzdra zmíněná v této práci. Zároveň je pak nutné mít k dispozici dostatečný počet mazadel a čističů. Při zachování této filozofie je zajištěna větší efektivita práce, která ve výsledku znamená nižší počet normohodin na jednotlivé práce. Z dlouhodobého hlediska jsou pak zajištěny nižší náklady na opravu a zároveň dobrá vizáž údržbového centra. Pokud by se měl tento problém vyčíslit penězi, je nutné si uvědomit, že jedna průměrná normohodina mechanika je vyčíslena na cca 1000 Kč. Pokud by se tato doba snížila lepší dělbou práce a logistikou i jen o 10-15% času, ušetří se na jedné normohodině cca 100-150 Kč. Pokud se tedy provádí údržba většího rozsahu, kde je potřeba např. 15h, celková ušetřená cena by se pohybovala již mezi 1500-2250 Kč.

Z této analýzy je tak zřejmé, že efektivní návratnost zřízené dílny v údržbovém centru Job-air, je více či méně závislá na způsobu jejího využití a počtem zakázek. Konkrétní vyčíslení cen za jednotlivé opravy podvozku nelze přesně vyčíslit, jelikož se vždy odvíjí od konkrétního centra a smluvního partnera. Celkově však lze říci, že při velikosti hangáru CEAM a jeho plánované vytíženosti, je zřízení dílny pro opravy přistávacích zařízení velice vhodné.

Pokud by však dílna na hangáru CEAM byla zřízena, její využití by mohlo být taktéž jako externí centrum pro údržbové organizace nemající toto oprávnění. Tímto řešením by se tak finanční návratnost podstatně zkrátila.

5.1. Zhodnocení cílů

Celkově lze říci, že v této práci byla vzhledem k danému rozsahu, dostatečně nastíněna problematika oprav podvozků. V práci tak lze nalézt konkrétní grafické znázornění častých oprav, které byly konzultovány v CEAM a ČSA, kde byly současně tyto fotografie získány při právě prováděných opravách. Tyto snímky byly následně graficky upraveny a to právě z důvodu větší názornosti a přehlednosti. Zároveň při soupisu všeho potřebného vybavení navrhované dílny, bylo taktéž snahou o co největší názornost, a proto jsou veškeré přípravy větších rozměrů, taktéž doplněny grafickou ukázkou získanou jak od výrobce, tak i z opravárenských center CEAM a ČSA.

Z těchto poznatků byla poté navržena dílna s ohledem na předpisy a pravidla, které byly v této práci taktéž zmíněny. Tím bylo zajištěno jak praktické tak předpisové uspořádání této dílny. Dílna tak byla navrhována s ohledem na prostor, četnost a rozsahy oprav, kterými se převážně tato bakalářská práce zabývala.

6 Seznam použitých pramenů

Literatura:

[1] *Aircraft maintenance manual B737 737-600/700/800/900, Seattle USA, Boeing commercial airplanes group, 1997*

[2] *Illustrated tool and equipment manual B737 737-600/700/800/900, Seattle USA, Boeing commercial airplanes group, 1997*

[3] *Heviánek F., Barnet M., Bradovka E.: Technologie oprav letadel I., Praha 1985*

[4] *Novák J. doc., Organizace a řízení, Ostrava 2006*

[5] *Ing. Lněnička M., ing. Smola J.: Anglicko- český letecký slovník ČSA*

Internetové zdroje:

[6] *www.kunz-aircraft.com (15.3.2010)*

[7] *www.manutan.cz (15.3.2010)*

[8] *<http://www.sjap.nl> (22.3.2010)*

[9] *<http://www.jobair.eu> (25.4.2010)*

[10] *<http://hn.ihned.cz/c1-24790420-obri-hangar-ostrave-zaplni-boeingy> (26.2.2010)*

[11] *<http://www.malabar.com/> (12.3.2010)*

Závěrečné poděkování

Za poskytnuté materiály a fotografie z prostředí údržby podvozků mé poděkování zaslouží především pánové:

Karel Novosad
a
Jaroslav Formánek

Dále pak za odborné vedení při psaní této bakalářské práce mé poděkování zaslouží především pánové:

doc. Ing. Rudolf VOLNER, CSc

Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.

Ing. Petr Kolarczyk

Na závěr bych taktéž rád poděkoval těmto osobám z mého blízkého okolí:

Milena Trnková

Josef Trnka

Tomáš Trnka

Jan Jícha

Sergej Perets

Martin Zeller

Lubor Polášek

Děkuji